

Міністерство освіти і науки України
Національне агентство з акредитації України
Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти»
Національна металургійна академія України /НМетАУ/
Технічний університет –ТУ Варна /Болгарія/
Університет Алгарве Фаро /Португалія/
Університет Аалто – Гельсінкі /Фінляндія/
Фізико-технічний інститут металів та сплавів НАН України
Національний авіаційний університет /Україна/
Дніпровський освітній центр /Україна/
Харківський торгово-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету

Ministry of Education and Science of Ukraine
National Accreditation Agency of Ukraine
State Scientific Institution "Institute of Education Content Modernization"
National Metallurgical Academy of Ukraine /NMetAU/
Technical University – Varna /Bulgaria/
Universidade do Algarve /Portugal/
Aalto University - Helsinki / Finland /
Physico-Technological Institute of Metals and Alloys /Ukraine/
National Aviation University /Ukraine/
Dnipro Education Center /Ukraine/
Kharkiv Trade and Economics Institute of Kyiv National University of Trade and Economics

XVI Міжнародна конференція
«Стратегія якості
в промисловості і освіті»
02–05 червня 2021 р., Варна, Болгарія

М А Т Е Р І А Л И

XVI International Conference
«Strategy of Quality in Industry and Education»
June 2 - June 5, 2021, Varna, Bulgaria

PROCEEDINGS

Дніпро – Варна
Dnipro - Varna
2021

УДК 001.83(477)(06)
М34

**Схвалено Вченою радою Національної металургійної академії України
і редакційною радою конференції**

Укладачі: Т.С. Хохлова, Ю.О. Ступак

XVI Міжнародна конференція «**Стратегія якості в промисловості і освіті**»:
М 34 Матеріали. – Дніпро-Варна, 2021. – 340 с.
ISBN 978-617-7891-07-8

До збірника матеріалів XVI Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (2–5 червня 2021 р., Варна, Болгарія) увійшли 71 публікація (статті, тези), що надійшли до оргкомітету і були прийняті до опублікування.

Proceedings of the XVI International Conference «Strategy of Quality in Industry and Education» (June 2 - June 5, 2021, Varna, Bulgaria) includes 71 reports (articles, theses) received by the organizing committee and accepted for publication.

УДК 001.83(477)(06)

Верстка збірника здійснена з оригіналів, наданих авторами в електронному вигляді.

Тексти доповідей / статей, тез / та їх назви в змісті відтворені мовами оригіналів, в редакції, запропонованій авторами

Укладачі збірника і поліграфічне підприємство не несуть відповідальності за якість оформлення графічних елементів доповідей, коректність (щодо обсягів та ін.) запозичень з наукових робіт, а також якість відтворення формул (математичних символів), виконаних з відхиленнями від вимог редакційної ради

ISBN 978-617-7891-07-8

© НМетАУ, 2021

© ТУ-Варна, 2021

© Хохлова Т.С., Ступак Ю.О.,
упорядкування, 2021

РЕДАКЦІЙНА РАДА EDITORIAL BOARD

Олександр Величко, д.т.н., проф., член-кор.
Національної академії наук України
/НМетАУ/ (Національна металургійна
академія України)

Венцислав Валчев, д-р. інж., проф. (Технічний
університет - Варна, Болгарія)

Тетяна Хохлова, к.т.н., проф. (Національна
металургійна академія України, Інститут
інтегрованих форм навчання НМетАУ,
Україна)

Валерій Іващенко, д.т.н., проф. (Національна
металургійна академія України)

Ельвіра Лузик, д.пед.н., проф. (Національний
авіаційний університет, Україна)

Олександр Учитель, д.т.н., проф.
(Металургійний інститут Криворізького
національного університету, Україна)

Розаліна Дімова, д-р. інж., доц. (Технічний
університет - Варна, Болгарія)

Володимир Кудін, д.т.н., проф. (Київський
національний університет ім. Т. Шевченка)

Іван Іванов, д.т.н., проф. (Технічний
університет - Варна, Болгарія)

Олексій Ноговіцин, д.т.н., зав. відділом
(Фізико-технологічний інститут металів і
сплавів НАН України)

Олександр Чейлях, д.т.н., проф.
(Приазовський державний технічний
університет, Україна)

Тошко Петров, д-р. інж., проф. (Технічний
університет - Варна, Болгарія)

Генадій Швачич, д.ф.-мат.н., проф.
(Національна металургійна академія
України)

Володимир Горник, д.н. з держ. управління,
доц. (Таврійський національний ун-т ім.
В.І.Вернадського, Україна)

Лора Пронкіна, к.е.н., проф., академік
Академії економічних наук України
(Харківський торгівельно-економічний
інститут КНТЕУ, Україна)

Юрій Ступак, к.т.н., доц. (Національна
металургійна академія України, Інститут
інтегрованих форм навчання НМетАУ,
Україна)

Olexandr Velychko, Dr. Sc., Prof., Corr.
Member of Ukraine National Academy of
Sciences (National Metallurgical Academy
/NMetAU/ of Ukraine)

Ventsislav Valchev, Prof. Eng., PhD (Technical
University of Varna, Bulgaria)

Tatyana Khokhlova, Dr. Eng., Prof. (National
Metallurgical Academy /NMetAU/ of
Ukraine)

Valery Ivashchenko, Dr. Sc., Prof. (National
Metallurgical Academy of Ukraine)

Elvira Luzik, Dr. Sc., Prof. (National Aviation
University, Ukraine)

Alexander Uchitel, Dr. Sc., Prof. (Krivoy Rog
Metallurgical Institute of National
Metallurgical Academy of Ukraine)

Rosalina Dimova, Dr. Eng., Prof. Ass.
(Technical University of Varna, Bulgaria)

Volodymyr Kudin, Dr. Sc., Prof. (Taras
Shevchenko National University of Kyiv)

Ivan Ivanov, Dr. Sc., Prof. (Technical
University of Varna, Bulgaria)

Oleksii Nohovitsyn, Dr. Sc., Head. Dep. (Physico-
Technological Institute of Metals and Alloys,
National Academy of Sciences of Ukraine)

Cheiliakh Oleksandr, Dr. Sc., Prof. (Priazovsky
State Technical University, Ukraine)

Toshko Petrov, Prof. Eng., PhD (Technical
University of Varna, Bulgaria)

Henadii Shvachych, Dr. Sc., Prof. (National
Metallurgical Academy of Ukraine)

Volodymyr Hornyk, Dr., Assoc. Prof.,
(V.I.Vernadsky Taurida National
University, Ukraine)

Lora Pronkina, Candidate of Economic Sc., Prof.,
Acad. of Academy of Economic Sciences of
Ukraine (Kharkiv Trade and Economics
Institute of KNUTE, Ukraine)

Yury Stupak, Candidate of Technical Sc., Assoc.
Prof. (National Metallurgical Academy
/NMetAU/ of Ukraine)

НАПРЯМИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

СЕКЦІЯ 1.

Якість в промисловості

- результати теоретичних і прикладних наукових досліджень, інноваційні розробки і технології для базових галузей промисловості;
- сучасні технології та обладнання для підприємств металургії, машинобудування, енергетики та інших галузей;
- перспективні конструкційні матеріали і перспективні технології обробки матеріалів;
- традиційні та альтернативні джерела енергії для промисловості та побутових потреб;
- енергозберігаючі технології у промисловості;
- екологія і охорона навколишнього середовища;
- питання стандартизації, оцінки відповідності й акредитації в промисловості;
- технологічні фактори забезпечення конкурентоспроможності на локальних і глобальних ринках.

СЕКЦІЯ 2.

Якість в освіті

- міжнародне співробітництво та інтеграція в сфері освіти;
- інноваційні технології в освіті, розвиток наукової та інноваційної діяльності;
- сучасні підходи до модернізації структури і змісту освіти;
- підготовка, перепідготовка та підвищення кваліфікації кадрів для промислових підприємств в сучасних умовах, забезпечення доступності та безперервності освіти;
- підвищення ефективності взаємодії вищих навчальних закладів з роботодавцями й бізнесом;
- управління якістю освітніх послуг;
- питання стандартизації, оцінки відповідності й акредитації в освіті.

SUBJECTS OF CONFERENCE WORK

SECTION 1.

Quality in Industry

- results of theoretical and applied scientific researches, innovations and technologies for basic industries;
- modern technologies and equipment for metallurgy, machine-building, energy and other industries;
- promising structural materials and advanced technologies of materials processing;
- traditional and alternative energy sources for industry and household needs;
- energy-saving technologies in industry;
- ecology and protection of the surrounding environment;
- issues of standardization, conformity assessment and accreditation in industry;
- technological factors of competitiveness in local and global markets.

SECTION 2.

Quality in Education

- international cooperation and integration in the field of education;
- innovative technologies in education, development of scientific and innovative activity;
- modern approaches to the modernization of the structure and content of education;
- training, retraining and improvement of professional skills for industrial enterprises in modern conditions, ensuring accessibility and continuity of education;
- increasing the effectiveness of cooperation between higher education institutions and employer and business;
- quality management of educational services;
- issues of standardization, conformity assessment and accreditation in education.

СЕКЦІЯ 3.

**Інформаційні технології
в промисловості й освіті**

- проблеми підготовки фахівців з інформаційних технологій;
- інформаційні системи в промисловості, інформаційна безпека та захист інформації;
- автоматизоване управління технологічними процесами та інтегровані виробничі системи;
- інформатизація й комп'ютеризація навчального процесу, програмно-технічні комплекси й технології навчання;
- програмно-технічне забезпечення різних форм навчання, в т.ч. дистанційного;
- CAD/CAM/PDM-системи і комп'ютерна графіка в навчальних закладах і в промисловості;
- технології розробки, експертиза якості програмних продуктів;
- проблеми охорони прав інтелектуальної власності на програмні продукти;
- проблеми оприлюднення результатів наукових досліджень, трансферу наукових розробок і технологій.

СЕКЦІЯ 4.

Теоретичні й прикладні аспекти розвитку економічної теорії та її інноваційно-інвестиційний потенціал в сферах техніки, технології, технічного регулювання і забезпечення якості

- сучасні проблеми економічної теорії і актуальні проблеми сучасної економіки;
- проблеми залучення інвестицій в розвиток бізнесу і промисловості;
- антикризові програми в реальному секторі економіки;
- фінансовий менеджмент і оподаткування;
- прикладні інструменти бережливого управління виробничо-господарською діяльністю підприємства;
- економіка праці і управління персоналом;
- економічні аспекти впровадження систем управління якістю;
- інноваційні аспекти модернізації економіки і конкурентна політика в сучасних умовах - міжнародний досвід і вітчизняна практика;
- теоретичний базис конкурентоспроможності підприємств.

SECTION 3.

**Information Technologies
in Industry and Education**

- problems of information technology specialists training;
- information systems in industry, information security and information protection;
- automated control of technological processes and integrated production systems;
- informatization and computerization of the initial process, software and technical complexes and technologies of training;
- software and technical support of various forms of training, including remote;
- CAD / CAM / PDM systems and computer graphics in educational institutions and in industry;
- technologies of development, examination of software products quality;
- problems of software products intellectual property rights protection;
- problems of publishing the results of scientific research, transfer of research and development and technologies.

SECTION 4.

Theoretical and applied aspects of the economic theory development and its innovation and investment potential in the fields of technology, technology, technical regulation and quality assurance

- modern problems of economic theory and actual problems of the modern economy;
- problems of investments attraction for the business and industry development;
- anti-crisis programs in the real sector of the economy;
- issues of financial management and taxation;
- applied tools of thrifty management of industrial and economic activity of the enterprise;
- labor economics and personnel management;
- economic aspects of implementation of quality management systems;
- innovative aspects of modernization of the economy and competitive policy in the modern conditions - international experience and domestic practice;
- the theoretical basis of competitiveness of enterprises.



Шановні колеги!

Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті», попри складні умови, що склалися, завдяки зусиллям оргкомітету та її учасникам відбудеться!

Національна металургійна академія України завжди приділяла організації і проведенню конференції особливу увагу. Запорукою успішної роботи тут є багаторічна співпраця з Технічним університетом у м. Варна та іншими університетами України та країн Європейського Союзу.

За змістом конференція широкопрофільна. Вчені та виробничники пропонують до розгляду останні досягнення в металургії, механіці, енергетиці, економіці та багатьох суміжних областях науки й техніки.

Європейський шлях розвитку України визначає головні орієнтири національної системи освіти на найближчу перспективу, ставлячи нові завдання й вимоги щодо організації навчального процесу, змісту і якості навчальних програм, рівня професіоналізму професорсько-викладацького складу і його готовності до роботи в умовах, що постійно змінюються. Отже завданнями нашої конференції є розгляд актуальних питань навчальної і методичної роботи, вдосконалення педагогічної майстерності.

Серед заходів конференції є і науково-педагогічне стажування, в ході якого учасники можуть перейняти цінний досвід щодо організації освітнього процесу в Технічному університеті м. Варна та інших провідних університетах, акредитації освітніх програм і забезпечення якості освітнього процесу, започаткування спільних освітніх програм та проектів. Важливими компонентами (модулями) в програмі стажування є психолого-педагогічні аспекти організації навчального процесу з урахуванням розширення міжнародного обміну викладачами і студентами, особливості фінансування освіти і наукових досліджень, підвищення ефективності наукової діяльності викладачів, методи оцінювання їхньої наукової активності та багато інших.

В черговий раз висловлюю щире вдячність тим, хто стояв у витоків конференції та доклав чимало зусиль для формування її іміджу в Україні, Болгарії та Східній Європі – **проф. С. Барудов, проф. О. Фархі, проф. Р. Василев, проф. В. Валчев, проф. І. Іванов та ін.** (Технічний університет м. Варна), **проф. С.Т. Пліскановський, проф. Т.С. Хохлова, доц. В.О. Хохлов**, доц. Ю.О. Ступак та ін. (Національна металургійна академія України).

Впевнений, що керівництвом Технічного університету в м. Варна і оргкомітетом будуть створені всі умови для проведення в 2021 році чергової XVI конференції на належному рівні, а всім її учасникам буде надано можливість виступити з цікавими доповідями, обмінятися думками з колегами-однодумцями і налагодити тісні партнерські та взаємовигідні стосунки.

Бажаю учасникам конференції злагодженої й плідної роботи !

**З повагою,
співголова оргкомітету,
член-кореспондент Національної академії наук України,
доктор технічних наук, професор,**

**ректор Національної металургійної
академії України**

О. Г. ВЕЛИЧКО

Dear colleagues!

Thanks to the efforts of the organizing committee and its participants, the International Conference "Quality Strategy in Industry and Education" will take place!

The National Metallurgical Academy of Ukraine has always paid special attention to the organization and holding of the conference. The key to successful work here is long-term cooperation with the Technical University of Varna and other universities in Ukraine and the European Union.

The content of the conference is broadly specialized. Scientists and manufacturers offer the latest advances in metallurgy, mechanics, energy, economics and many related fields of science and technology.

The European way of development of Ukraine determines the main guidelines of the national education system for the near future, setting new tasks and requirements for the organization of the educational process, content and quality of educational programs, the level of professionalism of teaching staff and its readiness to work in a constantly change. Therefore, the objectives of our conference are to consider topical issues of educational and methodological work, improving pedagogical skills.

Among the events of the conference is a scientific and pedagogical internship, during which participants can learn valuable experience in organizing the educational process at the Technical University of Varna and other leading universities, accrediting educational programs and ensuring the quality of the educational process, launching joint educational programs and projects. Important components (modules) in the internship program are psychological and pedagogical aspects of the educational process, taking into account the expansion of international exchange of teachers and students, features of funding education and research, improving the effectiveness of scientific activities of teachers, methods of evaluating their scientific activity and many others.

Once again I express my sincere gratitude to those who stood at the origins of the conference and made a lot of efforts to shape its image in Ukraine, Bulgaria and Eastern Europe - **Prof. S. Barudov, Prof. O. Farhi, prof. R. Vasilev, Prof. V. Valchev, Prof. I. Ivanov and others** (Technical University of Varna), **Prof. S.T. Pliskanovskii**, **Prof. T.S. Khokhlova, Assoc. Prof. V.O. Khokhlov**, **Assoc. Prof. Yu.O. Stupak and others** (National Metallurgical Academy of Ukraine).

I am confident that the management of the Technical University of Varna and the organizing committee will create all the conditions for holding the next XVI conference in 2021 at the appropriate level, and all its participants will have the opportunity to make interesting reports, exchange views with like-minded colleagues. and establish close partnerships and mutually beneficial relationships.

I wish the participants of the conference coordinated and fruitful work!

**Yours faithfully,
Co-chairman of Organizing Committee,
Corresponding Member of National Academy of Sciences of Ukraine,
Doctor of Engineering Science, Professor,
Rector of National Metallurgical
Academy of Ukraine**

OLEXANDR VELYCHKO



СТРАТЕГІЯ ЯКОСТІ. КОНЦЕПЦІЯ НА ДЕСЯТИЛІТТЯ

Пам'яті Станіслава Тихоновича Пліскановського¹

27 вересня 2020 р. на 92-му році життя пішов з життя відомий металург, академік АН ВШ України, один з засновників конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті», співголова організаційного комітету конференції (2005-2013 рр.), доктор технічних наук, професор **Станіслав Тихонович ПЛІСКАНОВСЬКИЙ**.

Станіслав Тихонович пройшов великий життєвий шлях - від простого робітника доменного цеху Макіївського металургійного заводу до Першого заступника Міністра чорної металургії України і Першого заступника Міністра чорної металургії СРСР (1980-1991), зробивши суттєвий внесок у розвиток металургійної промисловості та науки. Його особисті здобутки, здобутки колективів, які він очолював, неодноразово були відмічені високими державними нагородами, Державними преміями СРСР та України (1984, 1987, 1993, 2002). Станіслав Тихонович є автором та співавтором понад 200 наукових праць, в т.ч. 8 монографій і понад 120 авторських свідоцтв.

З 1991 року його діяльність була тісно пов'язана з освітою і наукою, перш за все – у Національній металургійній академії України. У 1996 р. з ініціативи С.Т. Пліскановського, яку підтримав академік НАН України Ю.М. Таран-Жовнір, тодішній ректор академії, був заснований Державний інститут підготовки та перепідготовки кадрів промисловості (ДІПОпром), який невдовзі увійшов до міжвідомчого навчально-наукового комплексу «НМетАУ-ДІПОпром». Всі роки функціонування ДІПОПрому (1996-2013 рр.) Станіслав Тихонович був його ректором. Завдяки його інноваційному мисленню та прагненню відповідності вимогам часу, величезному виробничому та управлінському досвіду, залученню до навчального процесу і наукової діяльності висококласних фахівців НМетАУ та деяких інших вишів, ДІПОпром ще з початку 2000-х неодноразово був удостоєний високих нагород і відмічений відзнаками престижних міжнародних виставок, форумів та рейтингів.

В далекому 2005 році Станіслав Тихонович, як ректор інституту, підтримав ідею доцента В'ячеслава Хохлова² заснувати разом із колегами з Технічного університету у м. Варна щорічну міжнародну конференцію «Стратегія якості в промисловості і освіті». Основні напрями (тематика) конференції, запропоновані В. Хохловим і схвалені С.Т. Пліскановським разом з іншими керівниками оргкомітету тих часів, залишаються незмінними і дотепер.

¹ - Більш детально з біографією С.Т. Пліскановського можна ознайомитися на відповідній сторінці Вікіпедії (https://ru.wikipedia.org/wiki/Плискановский,_Станислав_Тихонович)

² - ініціатор, ідеолог, один з головних засновників конференції, виконавчий директор оргкомітету (2005-2016 рр.) доцент В.О. Хохлов пішов з життя 01.02.2017 р. Некролог, присвячений його пам'яті див. в збірнику XIII конференції за 2017 рік (с. 9-12)



**Пленарне засідання, присвячене відкриттю II міжнародної конференції
«Стратегія якості в промисловості і освіті» (2006 р.)**



Завдяки правильно обраній і продуманій концепції, актуальності питань, що виносяться для обговорення, з 2005 року на конференції побували представники понад 200 університетів, з яких близько 100 – університети Болгарії, Чехії, Латвії, Литви, Білорусії, Азербайджану, Казахстану та інших держав. Для багатьох учасників конференція стала ефективним майданчиком

для обміну думками, передовим досвідом, налагодження взаємовигідної співпраці. І в цьому є чимала заслуга і С.Т. Пліскановського, який до останнього жваво цікавився подіями в науці та освіті, в тому числі тим, як проходила чергова конференція в Технічному університеті Варни.

Приєднуючись до чисельних співчуттів, що надійшли з усіх куточків України на адресу сім'ї Станіслава Тихоновича та Національної металургійної академії України, Оргкомітет конференції глибоко сумує у зв'язку з непоправною втратою, щиро висловлюючи свої співчуття співголові оргкомітету професору Тетяні Хохловій, рідним і близьким С.Т. Пліскановського. Він назавжди залишиться в нашій пам'яті, а також в пам'яті великої кількості учасників конференції, багато з яких були особисто знайомі зі Станіславом Тихоновичем.

ОРГКОМІТЕТ



СТРАТЕГИЯ ЗА КАЧЕСТВО. КОНЦЕПЦИЯТА ЗА ДЕСЯТЛЕТИЕ

В памет на Станислав Тихонович Плискановски³

На 27 септември 2020 г., на 92-годишна възраст, известен металург, академик на Академията на науките на Украйна, един от основателите на конференцията „Стратегия за качество в индустрията и образованието“, съпредседател на организатора на конференцията комисия (2005-2013), доктор на техническите науки, професор **Станислав Тихонович ПЛИСКАНОВСКИ**.

Станислав Тихонович премина през дълъг живот - от обикновен доменна пещ на металургичния комбинат в Макеевка до първия заместник-министър на черната металургия на Украйна и първия заместник-министър на черната металургия на СССР (1980-1991 г.), като направи значителен принос към металургичната индустрия и науката. Неговите лични постижения, постиженията на отборите, които той ръководеше, бяха многократно белязани с високи държавни награди, Държавните награди на СССР и Украйна (1984, 1987, 1993, 2002). Станислав Тихонович е автор и съавтор на повече от 200 научни трудове, включително 8 монографии и повече от 120 авторски права.

От 1991 г. дейността му е тясно свързана с образованието и науката, главно в Националната металургична академия на Украйна. През 1996 г. по инициатива на СВ Плискановски, което беше подкрепено от академик на НАН на Украйна Ю.М. Таран-Жовнир, тогавашният ректор на академията, основава Държавния институт за индустриално обучение и преквалификация, който скоро става част от междуведомствения образователен и научен комплекс. През всичките години на работа на институт (1996-2013) Станислав Тихонович е негов ректор. Благодарение на неговото иновативно мислене и стремеж да отговори на изискванията на времето, богат производствен и управленски опит, участие в образователния процес и изследователска дейност на висококласни специалисти Националната металургична академия на Украйна и някои други университети, институт от началото на 2000-те многократно е награждаван награди и международни отличия. форуми и рейтинги.

Още през 2005 г. Станислав Тихонович, като ректор на института, подкрепи идеята на доцент Вячеслав Хохлов⁴ да създаде заедно с колеги от Техническия университет във Варна годишната международна конференция „Стратегия за качество в индустрията и образованието“. Основните насоки (теми) на конференцията, предложени от В. Хохлов и одобрени от С.Т. Плискановски, заедно с други ръководители на организационния комитет по това време, остават непроменени и до днес.

³ - По-подробно с биографията на С.Т. Плискановски може да бъде намерен на съответната страница в Уикипедия ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Плискановский, Станислав Тихонович](https://ru.wikipedia.org/wiki/Плискановский,_Станислав_Тихонович))

⁴ - инициатор, идеолог, един от основните основатели на конференцията, изпълнителен директор на организационния комитет (2005-2016), доцент В.О. Хохлов почина на 1 февруари 2017 г. Некролог, посветен на паметта му, вж в сборника на XIII конференция за 2017 г. (стр. 9-12)



Пленарна сесия, посветена на откриването на II международна конференция "Стратегия за качество в индустрията и образованието" (2006)



Благодарение на добре подбрана и добре обмислена концепция, спешност на дискутираните въпроси, от 2005 г. на конференцията присъстваха представители на над 200 университета, от които около 100 са университети в България, Чехия, Латвия Литва, Беларус, Азербайджан, Казахстан и други страни. За много участници конференцията се превърна в ефективна платформа за обмен на мнения, най-добри практики и установяване на взаимноизгодно

сътрудничество. И в това има много заслуги и Станислав Плискановски, който доскоро се интересуваше от събития в науката и образованието, включително начина, по който се проведе следващата конференция в Техническия университет във Варна.

Присъединявайки се към многобройните съболезнования, изпратени от цяла Украйна до семейството на Станислав Тихонович и Националната металургична академия на Украйна, Организационният комитет на конференцията дълбоко скърби за непоправимата загуба, като искрено изказва своите съболезнования на съпредседателя на организационния комитет, професор Татяна Хох .Т. Плискановски. Той завинаги ще остане в нашата памет, както и в паметта на голям брой участници в конференцията, много от които бяха лично запознати със Станислав Тихонович.

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

**ЩОДО НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОГО СТАЖУВАННЯ ВИКЛАДАЧІВ
ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ
(на прикладі стажування на базі Технічного університету м. Варна)**

Проф., канд. техн. наук Т.С. Хохлова

(Співголова оргкомітету конференції з 2005 р.)

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

Доц., д-р инж. І.В. Іванов

(член оргкомітету конференції з 2005 р.)

Технічний університет м. Варна, Болгарія

Доц., канд. техн. наук Ю.О. Ступак

(Секретар оргкомітету конференції з 2005 р.)

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

Хто хоче навчитися плавати, повинний лізти у воду

Китайська мудрість

Згідно з «Порядком присвоєння вчених звань науковим і науково-педагогічним працівникам», затвердженим відповідним наказом МОН України в 2016 році [1], рішення про присвоєння вчених звань професора, доцента та старшого дослідника (далі – вчені звання) науковим і науково-педагогічним працівникам вищих навчальних закладів та наукових установ приймаються відповідними вченими радами та затверджуються атестаційною колегією МОН. Однією з основних вимог щодо науково-педагогічної або наукової діяльності здобувачів перелічених вище вчених звань є навчання, стажування або робота у вищому навчальному закладі, науковій (або науково-технічній) установі в країні, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку (далі – ОЕСР) та/або Європейського Союзу (далі – ЄС), що підтверджується відповідними сертифікатами, свідоцтвами або іншими документами.

Враховуючи побажання учасників конференції та з урахуванням вимог чинного законодавства [1, 2], оргкомітетом в 2017 році за сприяння керівництва Технічного університету м. Варна було розроблено і запропоновано учасникам програму науково-педагогічного стажування «Сучасні тенденції у вищій освіті в країнах Європейського союзу. Досвід Технічного Університету Варни». Програма складалася з 4-х модулів:

1) Освітні системи країн Євросоюзу і особливості організації навчального процесу в європейських університетах. Акредитація освітніх програм і базові підходи у забезпеченні якості в освіті (на прикладі ТУ-Варна);

2) Психолого-педагогічні аспекти організації навчального процесу в умовах розширення міжнародного обміну викладачами та студентами;

3) Міжнародне співробітництво в галузі науки та освіти. Досвід реалізації наукових та освітніх програм (на прикладі ТУ-Варна);

4) Політика ЄС щодо інновацій та наукових досліджень і фінансування освіти. Організація взаємодії вищого навчального закладу з промисловістю та бізнесом. Досвід ТУ-Варна.

В якості ключових спікерів (тренерів) у 2017-2019*⁵ рр. за вказаною програмою залучалися керівники структурних підрозділів ТУ-Варна відповідно до

⁵ - у зв'язку зі складною епідеміологічною обстановкою в Україні та ЄС у 2020 р. конференцію не проводили

XVI Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті»

2 - 5 червня 2021 р., Технічний університет м. Варна (Болгарія)

змісту того чи іншого модуля, які проводили для учасників стажування відповідні лекції та майстер-класи, знайомили їх зі здобутками університету в тому чи іншому напрямі (див. фото).



Лекції керівників структурних підрозділів ТУ-Варна (теоретична частина програми стажування)



Практичні вправи і знайомство з технічним оснащенням та організацією навчального процесу (практична частина програми стажування)

На превеликий жаль у 2020 році через пандемію коронавірусу та введені карантинні обмеження чергову конференцію (і науково-педагогічне стажування) оргкомітет не проводив, хоч оргкомітетом в порядку, що встановлений, було подано відповідну заяву і конференція була включена до плану конференцій в системі МОН на 2020 рік. Разом з цим загальний обсяг програми науково-педагогічного стажування був збільшений зі 120 до 180 годин (або 6 кредитів ECTS) за рахунок включення до неї двох нових модулів:



Учасники конференції після вручення сертифікатів (2019 рік)

- Наукова активність викладачів і наукових працівників та її вимірювання. Наукова періодика і опублікування результатів наукових досліджень. Використання баз Scopus і WoS при проведенні наукових досліджень;

- Якість в освіті та якість освіти. Досвід імплементації вимог європейських стандартів якості у вищих навчальних закладах. Практика впровадження систем управління якістю в університеті.

В липні 2020 року через обставини, що склалися (неможливість виконання вимоги щодо стажування, прописаній в «Порядку присвоєння вчених звань...» [1]), Міністерством освіти і науки відповідним листом [3] було дозволено проведення стажування за дистанційною формою. «Де юре» міністерством було надано дозвіл на проведення стажування в «он-лайн» форматі на базі університетів в країнах ЄС і цим дозволом одразу ж скористалися декілька українських університетів, які мають партнерські стосунки з окремими навчальними інституціями в Польщі та інших європейських країнах. Програми стажування за дистанційною формою, що пропонуються цими університетами, реалізуються за допомогою сучасних програмних засобів на кшталт Zoom, Google Classroom та інших. Тривалість такого стажування складає 5-6 тижнів.

Як справедливо зауважують автори сучасних досліджень [4-5], для подібної форми навчання (стажування) має значення не тільки професіоналізм викладача («голова, що розмовляє»), але й якість додаткових матеріалів (відео, ілюстрації тощо), виготовлення яких є не такою легкою справою, як може здаватися на перший погляд. Одним з найголовніших факторів є висока мотивація і самодисципліна слухачів (стажистів), які повинні формуватися не лише з бажання отримати конче потрібний сертифікат, але й практичної цінності навчального контенту для подальшої професійної діяльності. Викликають питання також щодо ефективності практичної частини навчання (стажування), яку не так просто забезпечити навіть за допомогою найсучаснішого програмного забезпечення та технічних засобів.

З позитивних моментів, які без сумніву заслуговують на увагу, є виконання слухачами (стажистами) творчої роботи за підсумками стажування, в якій би знайшли відображення ключові аспекти програми стажування, але з урахуванням

специфіки навчального закладу (або сфери діяльності), який представляє той, хто проходить стажування. Деякою мірою такий підхід використовується і при організації стажування на базі ТУ-Варна, але слухачі (стажисти) вільні самі обирати тематику статей (доповідей), які потім публікуються в збірнику матеріалів конференції.

На думку авторів, дистанційну форму стажування слід розглядати лише як тимчасовий захід в умовах пандемії та карантинних обмежень. Сучасні програмні засоби, безумовно, дозволяють організувати навчання (стажування) за дистанційною формою на достатньо високому дидактичному рівні, але ж навряд чи в змозі повноцінно замінити живе спілкування, дискусії та колективні обговорення, як і можливість власноруч не тільки доторкнутися до тренажеру або навчального стенду, але й виконати на них ті чи інші вправи. Сподіваємося, що і в цьому році, і тим більше, - в майбутні роки, стажування на базі ТУ-Варна буде й надалі затребуваним серед освітян українських вишів та співробітників наукових установ через ті очевидні переваги, які має традиційне живе спілкування порівняно з новітніми Інтернет-технологіями.

Посилання

1. Порядок присвоєння вчених звань науковим і науково-педагогічним працівникам (Із змінами, внесеними згідно з наказом МОН України № 174 від 06.02.2017) / Наказ МОН України №13 від 14.01.2016 // Портал нормативно-правової інформації Верховної Ради України: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0183-16#n30>
2. Порядок підвищення кваліфікації педагогічних і науково-педагогічних працівників (Із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 1133 від 27.12.2019) / Постанова КМ України №800 від 21.08.2019 // Портал нормативно-правової інформації Верховної Ради України: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/800-2019-п#Text>
3. Про забезпечення функціонування системи атестації наукових і науково-педагогічних кадрів / Лист МОН України № 1/9-696 від 24.07.20 року. Портал Освіта.уа: http://ru.osvita.ua/legislation/Vishya_osvita/75277/ (дата останнього звернення 16.05.2021).
4. Philip J. Guo, Juho Kim, Rob Rubin. How video production affects student engagement: an empirical study of MOOC videos. Електронна бібліотека ACM DL: <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>
5. 7 характеристик учебного видео, которые должен знать каждый преподаватель / Портал EduNeo: <https://www.eduneo.ru/7-xarakteristik-uchebnogo-video-kotoryj-dolzhen-znat-kazhdyy-prepodavatel/>

Секція 1

ЯКІСТЬ В ПРОМИСЛОВОСТІ

ГОЛОВА - ХОХЛОВА ТЕТЯНА СТАНІСЛАВІВНА

к.т.н., професор
Національна металургійна академія України

Section 1

QUALITY IN INDUSTRY

CHAIRMAN – TATYANA KHOKHLOVA

Dr. Eng., Prof.
National Metallurgical Academy of Ukraine

Секция 1

КАЧЕСТВО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ - ХОХЛОВА ТАТЬЯНА СТАНИСЛАВОВНА

к.т.н., профессор
Национальная металлургическая академия Украины

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОРІЄНТАЦІЇ ПРИ ДРУКУ ЗА SLM-ТЕХНОЛОГІЄЮ ЗРАЗКІВ З INCONEL 718 НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

С.В. Аджамський¹, канд. техн. наук Г.А. Кононенко^{1,2}, Р.В. Подольський^{1,2}

¹LLC «Additive Laser Technology of Ukraine», Дніпро, Україна

*²Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України
м. Дніпро, Україна*

Адитивне виробництво - це перспективний сучасний напрям, який відкриває нові можливості для створення металовиробів складної форми найрізноманітнішого призначення [1-3].

Найбільше поширення в останні роки отримала технологія Metal Powder Laser Melting (SLM, DMLS і ін.) - технологія лазерної плавки металевого порошку, яка дозволяє швидко і з високою точністю пошарово виготовляти складнопрофільні вироби по комп'ютерній моделі практично з будь-яких металевих порошків [1-5].

Адитивне виробництво - це перспективний сучасний напрям, який відкриває нові можливості для створення металовиробів складної форми найрізноманітнішого призначення [1-3].

Найбільше поширення в останні роки отримала технологія Metal Powder Laser Melting (SLM, DMLS і ін.) - технологія лазерної плавки металевого порошку, яка дозволяє швидко і з високою точністю пошарово виготовляти складнопрофільні вироби по комп'ютерній моделі практично з будь-яких металевих порошків [1 - 5].

Дана робота присвячена дослідженню впливу орієнтації при друку на механічні властивості зразків з жароміцного нікелевого сплаву INCONEL 718, виготовлених за SLM-технологією на обладнанні LLC «Additive Laser Technology of Ukraine».

Всі зразки були друковані по ідентичним режимам, розташовувалися зразки на платформі в горизонтальному і вертикальному положенні (рис. 1). Далі зразки піддавали термічній обробці. В рамках досліджень термічна обробка відрізнялася умовами охолодження після високотемпературного нагріву: на повітрі (режим 1) і у воді (режим 2) (таблиця 1).

Випробування для визначення механічних властивостей проводили відповідно до ISO 6892 на випробувальній машині INSTRON.

У стані після термічної обробки по режиму 1 (з охолодженням на повітрі) для зразка в вертикальному положенні границя міцності трохи вище (до 9%) в порівнянні з горизонтальним зразком. При цьому

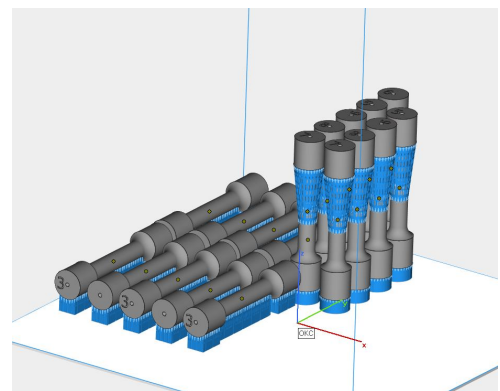


Рисунок 1 - Розташування зразків на платформі

пластичність для зразка, розташованого при друку горизонтально пластичність вище (на 16% і 28% для відносного подовження і відносного звуження відповідно).

Таблиця 1 - Результати випробувань на розтяг досліджуваних зразків

Маркування	Режим	Орієнтація щодо вісі Z	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_5 , %	Ψ , %
1	Без т\о	Гор. 90°	1066,3	755,0	25,6	34,9
2	1	Гор. 90°	1394,4	1121,4	18,8	34,9
3	2	Гор. 90°	1404,7	1153,9	14,0	18,6
4	2	Верт. 0°	1414,9	1185,6	12,6	13,7
5	1	Верт. 0°	1517,2	1181,9	15,7	25,1
ASTM B637	Після т\о		≥ 1275	≥ 1043	≥ 12	≥ 15

У стані після термічної обробки по режиму 2 (з охолодженням у воді) показники міцності вертикально і горизонтально побудованого зразків дуже близькі (різниця становить до 3%). Показники пластичності для горизонтального положення зразка при друку вище (10% і 30% для відносного подовження і відносного звуження відповідно).

Таким чином, при дослідженні впливу положення зразка при друку на механічні властивості після термічної обробки було встановлено, що показники міцності незначно вище для вертикальних зразків (до 9%), а пластичність нижче в середньому на 20%.

Висновки:

1. Адитивні технології є перспективним напрямком для багатьох галузей виробництва.
2. Встановлено, що застосування термічної обробки дозволяє підвищити комплекс механічних властивостей Inconel 718, вироблених по SLM-технології.
3. Встановлено, що орієнтація зразків вироблених по SLM-технології чинить менший вплив на властивості міцності (до 9%). Показники пластичності для зразків, надрукованих в горизонтальному і вертикальному положенні можуть відрізнятися до 28%.

Посилання

1. Аджамский С. В. Симуляция влияния остаточных напряжений и параметров SLM-технологии на формирование области границ изделия из жаропрочного никелевого сплава INCONEL 718 / С. В. Аджамский, А. А. Кононенко, Р. В. Подольский. // Ministry of Education and Science of Ukraine The National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro, 17 – 19 March, 2020. – 2020. – №1. – С. 4–6 - Режим доступу до ресурсу: DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2020.01.00.
2. Аджамский С. В. Использование SLM-технологии в деталях и узлах авиационно-космического назначения / С. В. Аджамский, А. А. Кононенко, Р. В. Подольский. // 11 Всеукраїнська конференція молодих вчених "Молоді вчені - 2020". – 2020. – №1. – С. 6–9.

3. Аджамский С. В. Исследование влияния режимов SLM-процесса на качество в области контура изделий [Електронний ресурс]/ С. В. Аджамский, А. А. Кононенко, Р. В. Подольский. // міжнародна конференція «Університетська наука - 2020». – 2020. – №1. – С. 157–158. Режим доступу до ресурсу: http://eir.pstu.edu/bitstream/handle/123456789/17421/%D0%A3_%D0%BA%D0%B0%D1%8F%20%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0_2020_%D0%A2_1.pdf
5. Adzhamskii S. V. Investigation of deep penetration conditions when making samples from high-temperature alloy Inconel 718 by the method of selective laser melting [Електронний ресурс] / S. V. Adzhamskii, A. A. Kononenko // Avtomaticheskaya Svarka (Automatic Welding), #6, 2019, pp.65-70. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.15407/as2019.06.11>.
6. Аджамский С. В. Реализация SLM - технологии для изготовления образцов из жаропрочного сплава INCONEL 718, применяемого в авиационно-космической технике [Електронний ресурс] / С. В. Аджамский // АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ, 2019, № 2(154). – 2019. – Режим доступу до ресурсу: doi: 10.32620/akt.2019.2.09.

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТІВ СПІЛЬНОГО ОСАДЖЕННЯ ГІДРАТОВАНИХ ФОСФАТІВ КОБАЛЬТУ І КАЛЬЦІЮ

*Проф., докт. хім. наук Н.М. Антрапцева, студентка Т.В. Козачук
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

*Доц., канд. хім. наук Г.М. Біла
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Сучасна хімічна промисловість сполук фосфору займає одно з провідних місць за масштабами продукції, що випускається. Особливе місце серед них займають тверді розчини або подвійні фосфати двовалентних металів, що є основою для створення нових неорганічних матеріалів для різних галузей науки і промисловості [1].

Одним із способів одержання гідратованих фосфатів, що відрізняються за хімічною природою і властивостями – тверді розчини, подвійні або прості солі – є взаємодія водних розчинів солей, що містять два двовалентні катіони, з гідрогенфосфатом натрію (калію або амонію) [2-4].

Прикладом перших є твердий розчин фосфатів кобальту(II) і магнію загальної формули $\text{Co}_{3-x}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 1.00$), отриманий взаємодією водних розчинів сульфатів з $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ [3]. Осадженням з суміші розчинів цинк і кальцій хлоридів натрій гідрогенфосфатом одержують фосфат складу $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. За хімічною природою він є подвійною сіллю постійного

хімічного складу [4]. Відомості про гідратовані тверді розчини або подвійні кобальту(II)-кальцію фосфати в літературі відсутні.

Мета даної роботи – дослідити склад та хімічну природу продуктів спільного осадження гідратованих фосфатів кобальту і кальцію.

Спільне осадження гідратованих фосфатів кобальту і кальцію у водних розчинах досліджували методом залишкових концентрацій при $25 \pm 1^\circ\text{C}$, застосовуючи взаємодію в системі $\text{Co}(\text{NO}_3)_2\text{-Ca}(\text{NO}_3)_2\text{-(NH}_4)_2\text{HPO}_4\text{-H}_2\text{O}$. В якості вихідних використовували 0.05 моль/л водні розчини солей та 0.2 моль/л розчин осаджувача – амоній гідрогенфосфат. Конкретні умови спільного осадження йонів Co^{2+} і Ca^{2+} та особливості утворення гідратованих фосфатів встановлювали за результатами визначення в окремих серіях дослідів залежності складу твердої фази від основних параметрів процесу. Співвідношення в складі вихідних розчинів $n = \text{P}/\sum \text{Co}^{2+}, \text{Ca}^{2+}$ підтримували рівним 0.67 – стехіометрично необхідне для утворення середніх фосфатів двовалентних металів. Співвідношення катіонів $K = \text{Co}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ (мольне) варіювали в межах 0.0–100.0, температуру фіксували в інтервалі 50–75 $^\circ\text{C}$.

Хімічним аналізом у складі твердої фази визначали вміст фосфору (ваговий хінолінмолібдатний метод), кобальту і кальцію – комплексонометричним титруванням. Ідентифікацію фосфатів виконували за допомогою рентгенофазового (ДРОН-4М, $\text{Cu K}\alpha$) та ІЧ спектроскопічного (спектрометр Nexus-470, діапазон частот 400-4000 cm^{-1} , пресування 0.05% мас. фіксованої наважки в матрицю калію броміду) методів аналізу.

Результати аналізу рівноважної твердої фази, що утворюється під час взаємодії в системі $\text{Co}(\text{NO}_3)_2\text{-Ca}(\text{NO}_3)_2\text{-(NH}_4)_2\text{HPO}_4\text{-H}_2\text{O}$ при різному співвідношенні катіонів у вихідних розчинах ($K = \text{Co}/\text{Ca}$, мольне), наведено в таблиці.

Відповідно до отриманих даних, взаємодія у разі $K=0$ (Co^{2+} у складі вихідних розчинів відсутній) супроводжується утворенням твердої фази, ідентифікованої як кальцій гідрогенфосфат складу $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ з незначною кількістю середнього фосфату $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (табл.).

Осадження фосфатів із суміші розчинів нітратів, що містять навіть незначну кількість кобальту ($K=0.04$) призводить до зміни хімічного і фазового складу осаду. Утворення середнього кальцію фосфату за цих умов не відбувається. Осад являє собою механічну суміш двох кристалічних фаз – $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, рентгенометричні і ІЧ спектроскопічні характеристики яких відповідають відомим для індивідуальних $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ [5].

Кількість $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, що утворюється при $K=0.04$ в якості домішкової фази, закономірно збільшується зі зростанням вмісту кобальту(II) в складі вихідних розчинів ($0.04 < K \leq 0.50$), $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – зменшується. Встановлені у складі гетерофазного осаду зміни чітко фіксуються за вмістом кальцію, кобальту, фосфору, відповідно до якого відношення $n_1 = \text{P}/\sum \text{Ca}, \text{Co}$ зменшується з 0.94 до 0.80, характеризуючи зменшення частки протонованого фосфату – $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (табл.). За умов $K=1.0$ $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ реєструється

як основна складова двофазного осаду. $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, відповідно до результатів хімічного та рентгенофазового аналізів, присутній в осаді в незначних кількостях (0.51 % мас. Ca). Значення n_I практично досягає величини, що відповідає розрахунковим значенням для середніх фосфатів (табл.).

**Таблиця – Характеристика рівноважної твердої фази в системі
 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2\text{-Ca}(\text{NO}_3)_2\text{-(NH}_4)_2\text{HPO}_4\text{-H}_2\text{O}$ ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $n = 0.67$)**

$K = \text{Co}/\text{Ca}$, мольне	Хімічний склад, % мас. **				Фазовий склад (за результатами РФА та ІЧ спектроскопії)
	Ca	Co	P	$n_I = \text{P}/\Sigma$ Ca, Co	
0.00	24,44	-	16.90	0.89	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
0.04	23,42	1.58	17.72	0.94	Механічна суміш $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} +$ $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
0.20	7.98	8.80	16.45	0.89	
0.50	10.53	18.93	14.55	0.80	
1.00	0.51	32.93	12.44	0.68	$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
2.00	0.00	34.49	12.21	0.67	$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
5.00	0.00	34.51	12.18	0.67	
15.00	0.00	34.57	12.14	0.67	
100.00*	0.00	34.60	12.15	0.67	

* відповідає вихідному розчину складу $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$

** для $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ розраховано, % мас.: Co – 34.61, P – 12.14, H_2O – 28.19.

Хімічний аналіз осаду, одержаного за умов $1.00 < K \leq 100.00$, свідчить про те, що незалежно від вмісту кальцію і кобальту в суміші вихідних розчинів, кальцій у складі твердої фази відсутній. Співвідношення n_I в ній становить 0.67, характеризуючи осадження лише середнього кобальт(II) фосфату, вміст інгредієнтів в якому відповідає фосфату складу $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (табл.).

Дані хімічного аналізу добре корелюють з результатами рентгенофазового аналізу фосфатів, що осаджуються за умов $1.00 < K \leq 100.00$. Аналіз набору дифракційних відображень, інтенсивності та значень міжплощинних відстаней на рентгенограмах свідчить про їх ідентичність з рентгенометричними характеристиками відомими для $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Цей висновок цілком підтверджуються й аналізом ІЧ спектрів, відповідно до якого характер поглинання в цілому, набір смуг поглинання, їх частоти та інтенсивність у всьому спектральному діапазоні аналогічні відомим для індивідуального $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ [5].

Дані, отримані під час аналізу твердих фаз, доповнюють результати досліджень рівноважних маточних розчинів (рис.1, 2). Вони представлені у вигляді залежності залишкових концентрацій кальцію ($C_{Ca}^{зал.}$), кобальту ($C_{Co}^{зал.}$), фосфору ($C_P^{зал.}$) і таких характеристик маточних розчинів, як рН і електропровідність від співвідношення вихідних реагентів ($K=Co/Ca$, мольне).

Інтерпретація одержаних результатів у сукупності з даними про склад твердої фази розкриває взаємодії, що супроводжують утворення фосфатів у системі $Co(NO_3)_2$ - $Ca(NO_3)_2$ -(NH_4) $_2$ HPO_4 - H_2O . Так, екстремум встановлений у ході всіх кривих при $K = 0.04$, свідчить про те, що поряд з осадженням $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ почалось утворення середнього фосфату $Co_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, яке сприяє появі в розчині йонів PO_4^{3-} . Концентрація останніх досягає величини, достатньої для пригнічення процесу гідролізу кальцій гідрогенфосфату, що відбувається з утворенням $Ca_3(PO_4)_2 \cdot nH_2O$ та вивільненням йонів Гідрогену. Це призводить до підвищення рН розчину і закономірного зменшення розчинності присутнього в осаді $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, а отже, і залишкових концентрацій кальцію і фосфору в маточному розчині. Зі зменшенням концентрації останніх змінюється й електропровідність розчинів.

Взаємодія в системі $Co(NO_3)_2$ -($Ca(NO_3)_2$ - NH_4) $_2$ HPO_4 - H_2O за умов $0.04 < K < 1.0$ супроводжується збільшенням концентрації всіх йонів присутніх в рівноважних маточних розчинах; значення $C_P^{зал.}$ також зростає (рис. 1).

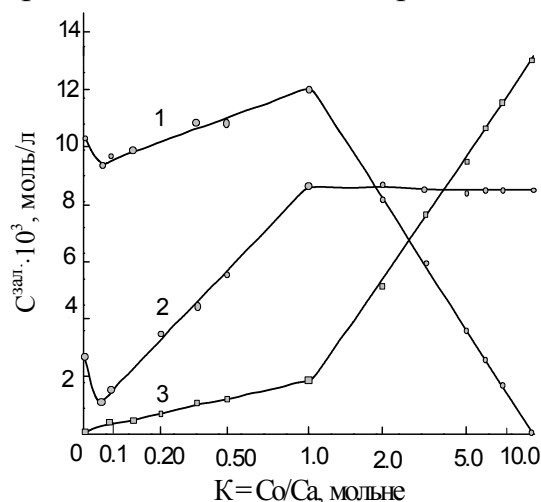


Рис.1 – Залишкові концентрації Ca (1), P (2), Co (3) у системі $Ca(NO_3)_2$ - $Co(NO_3)_2$ -(NH_4) $_2$ HPO_4 - H_2O (25°C, $C^0 = 0.025$ моль/л)

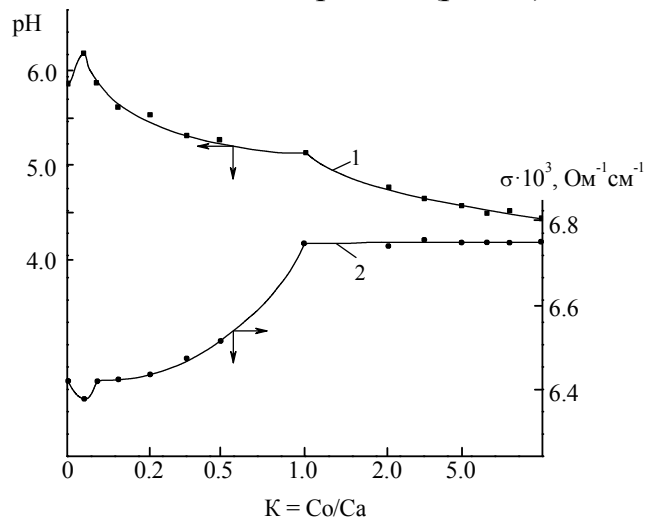


Рис.2 – рН (1) та електропровідність (2) маточних розчинів системи $Ca(NO_3)_2$ - $Co(NO_3)_2$ -(NH_4) $_2$ HPO_4 - H_2O (25°C, $C^0 = 0.025$ моль/л)

Зміни, встановлені в ході кривих залишкових концентрацій $C_{Ca}^{зал.}$, $C_{Co}^{зал.}$, $C_P^{зал.}$, рН і електропровідності, свідчать про збільшення у складі твердої фази відносної кількості $Co_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Внаслідок цього в розчині відбувається накопичення йонів Гідрогену (рН зменшується від 6.30 до 5.16), що вивільняються під час взаємодії (NH_4) $_2$ HPO_4 з розчинами нітратів з утворенням середнього фосфату. Наявність у маточних розчинах фосфат-йонів, кількість яких зростає зі збільшенням значень K , вказує на часткову

розчинність фосфатів, що утворюються – $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, в слабо кислих розчинах. Збільшення залишкової концентрації йонів кальцію у разі зменшення його вмісту в складі вихідних розчинів ($0.04 < K < 1.00$) свідчить про переважне осадження $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (рис.1,2, табл.).

У разі однакового вмісту Ca^{2+} і Co^{2+} в складі суміші вихідних розчинів ($K=1.00$) $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ присутній в осаді лише в якості домішкової фази, а за умов $K > 1.00$ весь кальцій перебуває у розчині. Зміни в складі осаду, що відбуваються при $K=1.00$, на кривих, що характеризують склад рівноважних із твердою фазою маточних розчинів, фіксуються наявністю досить різкого перегику. Подальше збільшення $K > 1.00$ практично не позначається на значенні залишкової концентрації фосфору, яке становить величину $8.5 \cdot 10^{-3}$ моль/л, характерну для розчинів, рівноважних із $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ при $n=0.67$. Залишкові концентрації кальцію і кобальту при $K > 1.00$ змінюються відповідно до складу суміші вихідних розчинів. Концентрація йонів гідрогену в розчині збільшується (рН змінюється від 5.16 при $K=1.00$ до 4.40 при $K=100.00$) у межах, експериментально встановлених для осадження $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Кількісного осадження кобальту у всьому дослідженому інтервалі значень K ($0.04 \leq K \leq 100.00$) не відбувається, оскільки кислота, що вивільняється під час осадження $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, сприяє постійному зменшенню рН розчину.

Отже, утворення подвійних середніх кобальту(II)-кальцію фосфатів, аналогічних цинку-кальцію фосфату, одержаному під час взаємодії в системі $\text{ZnCl}_2\text{-CaCl}_2\text{-Na}_2\text{HPO}_4\text{-H}_2\text{O}$, в умовах даного експерименту не відбувається. Зміна в широких межах ($0 < K \leq 100.00$) вмісту у вихідних розчинах кобальту(II) і кальцію позначається на кількісному співвідношенні у гетерофазному осаді фосфатів $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. За умов $1.00 < K \leq 100.00$ осаджується індивідуальний середній кобальт(II) фосфат складу $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Висновки

1. Визначено склад та хімічну природу продуктів спільного осадження гідратованих фосфатів кобальту і кальцію в системі $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\text{-Co}(\text{NO}_3)_2\text{-(NH}_4)_2\text{HPO}_4\text{-H}_2\text{O}$.

2. Показано, що зміна вмісту катіонів у вихідних розчинах в області $0 < K = \text{Co}/\text{Ca} \leq 1.00$ впливає на кількісне співвідношення фосфатів $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ у гетерофазному осаді. За умов $1.00 < K \leq 100.00$ осаджується індивідуальний $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

3. Твердий розчин або подвійний середній кобальт(II)-кальцій фосфат в умовах даного експерименту не утворюються.

Посилання

1. Acton A.Q. Phosphates – advances in research and application / A. Q. Acton. – Atlanta, Georgia : Scholarly Editions, 2013. – 374 p.
2. Антрапцева Н.М., Солод Н.В. Тверді розчини та подвійні фосфати двовалентних металів / Н.М. Антрапцева, Н.В. Солод. – К : "Центр поліграфії "Компринт", 2018. – 443 с.

3. Рудый И.В., Щегров Л. Н., Антрапцева Н. М. О составе и условиях образования двойных средних гидратированных фосфатов кобальта-магния / И.В. Рудый, Л.Н. Щегров, Н.М. Антрапцева // Журн. неорг. химии. – 1988. – Т. 33, № 5. – С. 1334–1338.
4. Щегров Л.Н. Synthesis of anticorrosive pigment on the base of Zn-Ca phosphate / Л. Н. Щегров, I. G. Ponomareva // Acta Universitatis Pontica Euxinus. – 2011. – №1. – P.163-165.
5. Атлас инфракрасных спектров фосфатов. Ортофосфаты / Печковский В.В. и др. – М. : Наука, 1990. – 244 с.

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС МАРКИ ER7 ЗА EN 13262 ТА МАРКИ 2 ЗА ДСТУ ГОСТ 10791:2016 ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»

Директор інституту, ст. наук. співр., докт. техн. наук О.І. Бабаченко,

ст. наук. співр., канд. техн. наук Г.А. Кононенко,

мол. наук. співр. Р.В. Подольський, мол. наук. співр. О.А. Сафронова

Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України

м. Дніпро, Україна

Студент В.В. Марцинішин

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

Одним з найбільш відповідальних елементів рухомого складу залізничного транспорту є залізничне колесо, яке працює в складних експлуатаційних умовах. Крім статичних навантажень, колесо підлягає впливу динамічних, циклічних навантажень і термічних напружень, що виникають при гальмуванні. Тому від залізничних коліс потрібна майже абсолютна надійність. Міцність є важливою характеристикою надійності залізничних коліс, однак на термін їх служби впливають і такі характеристики як зносостійкість, стійкість до утворення термічних тріщин, опір крихкому руйнуванню та ін.

Так як колесо працює в парі тертя з рейкою, то він, в першу чергу, повинен мати високу зносостійкість, що визначається його твердістю. З іншого боку, для забезпечення експлуатаційної надійності колеса необхідно щоб його метал мав необхідний запас в'язкості, що, в деяких випадках, може бути пов'язано з необхідністю зниження міцності (твердості). Ці суперечливі вимоги за механічними властивостями і визначають складність проблеми підвищення надійності колеса.

Технологія виробництва залізничних коліс включає 3 основних етапи: виготовлення сталі, гаряча пластична деформація колісної заготовки, термічна обробка колеса. Найбільш широке застосування при виробництві залізничних коліс отримало використання штампування і прокатки. При цьому схема деформування заготовок включає попередню осадку для видалення окалини з

бічної поверхні; осадку в кільці; розгонку металу пуансоном для необхідного розподілу його між окремими елементами колеса; остаточну формовку маточини і прилеглої до неї частини диска, попередню формовку обода і другої частини диска, прокатку обода і прилеглої до нього частини диска на прокатному стані; вигібку диска і калібрування розмірів колеса; прошивку отвору в маточині. Для здійснення цього процесу застосовують кілька гідравлічних пресів і колесопрокатний стан. Число гідравлічних пресів залежить від зусиль, що ними розвиваються, і необхідної продуктивності цеху. Більш потужні преса дозволяють поєднувати деякі з перерахованих операцій.

Розглянуті технологічні особливості виробництва залізничних коліс можна на прикладі заводу ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ». Типова схема комплексу пресо-прокатних агрегатів ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» показана на рис. 1: попередня осадка заготовки на гладких плитах проводиться на окремому агрегаті - пресі зусиллям 20 МН. Окалина, опала з бічних поверхонь, здувається, а заготовка передається на прес зусиллям 50 МН, де її осаджують гладкими плитами в плаваючому калібрувальному кільці, потім каліброване кільце спеціальним механізмом центрують.

Механічні властивості металу, в кінцевому рахунку, визначаються його структурою. Найбільш ефективним способом підвищення властивостей металу залізничних коліс є термічна обробка. Вона включає такі параметри як температура нагріву під прискорене охолодження, тривалість витримки, температура на вертикальній гартувальній машині, тривалість охолодження, витрата охолоджувача та його температура, тривалість підстижування перед відпуском, температура та тривалість відпуску. В результаті термічної обробки формується кінцева структура, яка характеризується дрібним розміром зерна та високою дисперсністю перліту. Подрібнення дійсного зерна практично не впливає на характеристики міцності середньо і високовуглецевої сталі, але чинить позитивний вплив на її пластичність. Найбільш чутливою до зміни величини зерна є ударна в'язкість, що підтверджують результати досліджень, отриманих авторами [1]. Відомо, що ударна в'язкість характеризує опір матеріалу локальним пластичним деформаціям, які зосереджені в невеликих об'ємах біля концентратора

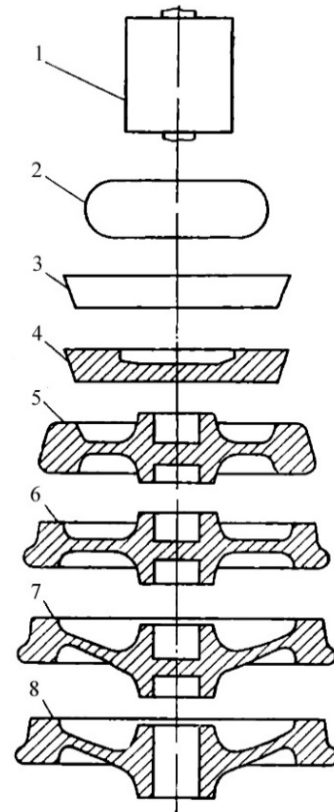


Рисунок 1 - Схема деформації заготовки на пресо-прокатній лінії ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»:

1 - заготовка; 2 - вільна осадка; 3 - осадка в кільці; 4 - розгонка, 5 - штампування; 6 - прокатка; 7 - вигібка диска і калібрування; 8 - прошивка отвору.

напружень (надрізу). Дрібне зерно зменшує неоднорідність розподілу деформацій в мікрооб'ємах структурних складових, що і призводить до підвищення ударної в'язкості. В роботі [2] стверджується, що істотного і прогнозованого подрібнення зерна можна домогтися тільки деформацією.

Також гаряча деформація зменшує стійкість аустеніту в перлітній області і збільшує швидкість перлітного перетворення, в результаті чого утворюється дрібне рекристалізоване перлітне зерно. Інтенсифікуючий вплив гарячої деформації на перлітне перетворення проявляється тим сильніше, чим вище ступінь обтиску [3].

Надійність коліс в експлуатації в значній мірі визначається нормативною документацією, в якій відображені вимоги до механічних властивостей сталі коліс, основні методи випробувань і контролю якості коліс і допустимі при цьому норми. Українським стандартом ДСТУ ГОСТ 10791:2016, європейським міжнародним EN 13262 та іншими зарубіжними стандартами (IRS R-34, BS 5892) передбачено цілий комплекс механічних випробувань залізничних коліс.

Оскільки технологія виготовлення суцільнокатаних залізничних коліс є складною, включає багато технологічних параметрів, то деяке відхилення показників в процесі виробництва може привести до зміни рівня кінцевих механічних властивостей. Тому статистична оцінка стабільності виробництва є важливою.

В ході виконання роботи був виконаний статистичний аналіз результатів механічних випробувань коліс поточних плавок сталей ER7 по EN 13262, марки 2 по ДСТУ ГОСТ 10791:2016. Основні статистичні показники, що були взяті до уваги: середнє значення, медіана, мода, дисперсія вибірки, стандартне відхилення, ексцес, інтервал, мінімум, максимум, обсяг вибірки. Рівень надійності аналізу був прийнятий на рівні 0,95%. У таблицях 1-2 наведені дані статистичного аналізу нормованих механічних властивостей за вказаними показниками для сталей марки ER7, марки 2.

Таблиця 1 - Статистичні показники вибірки нормованих механічних властивостей залізничних коліс марки ER7 по EN 13262 поточного виробництва (об'єм вибірки – 87 плавок)

Параметр	Обід			Диск		KU _{ср.} , Дж	KV _{ср.} , Дж	HB сер
	ReH, Н/мм ²	Rm, Н/мм ²	A5, %	Rm, Н/мм ²	A5, %			
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Середнє	583,0	875,0	16,0	712,9	19,7	26,2	14,5	252,9
Медіана	579,6	873,2	15,8	712,4	19,8	26,2	14,1	253
Мода	565,0	856,8	16	714,0	20,4	27,4	12,2	253
Станд. відхилення	26,4	22,4	1,2	13,0	1,4	3,2	3,0	6,2
Дисперсія	695,0	502,6	1,5	167,7	1,8	10,2	8,8	37,9
Ексцес	0,8	-0,2	0,2	1,6	0,1	-0,1	0,2	0,4

Продовження таблиці 1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Діапазон	181,1	118,8	7	115,7	8	19,2	14,8	37,3
Мінімум	527,7	820,6	14	645,7	16	19	9,6	239
Максимум	708,8	939,4	21	761,4	24	38,2	24,4	276,3

Таблиця 2 - Статистичні показники вибірки нормованих механічних властивостей залізничних коліс марки 2 по ДСТУ ГОСТ 10791 : 2016 поточного виробництва (об'єм вибірки – 93 плавки)

Параметр	Обід				Диск		НВ глуб.30 мм
	σ_B , Н/мм ²	δ ., %	ψ ., %	KCU, (+20 °C), Дж/см ²	KCU, (+20 °C), Дж/см ²	KCU, (-60 °C), Дж/см ²	
Середнє	995,2	13,1	35,3	43,4	33,5	66,3	294,0
Медіана	995	13	36	43,9	33,5	73,5	293
Мода	1000	13	36	45	34,5	85,5	298
Стандартне відхилення	19,8	1,1	2,4	3,0	4,2	21,1	8,1
Дисперсія	391,7	1,1	5,8	9,0	17,8	443,6	66,2
Ексцес	3,4	0,9	0,6	-0,3	0,5	-0,99	0,4
Діапазон	147	6,1	13	12	28,5	60,1	46
Мінімум	919	10,5	30	37,5	21	30,7	269
Максимум	1066	16,6	43	49,5	49,5	90,8	315

В результаті статистичного аналізу нормованих механічних властивостей встановлено, що поточна технологія забезпечує високу стабільність якості, а рівень властивостей перевищує заданий рівень (відповідає заданому діапазону) з високим ступенем надійності.

Висновки

1. В ході виконання роботи був виконаний статистичний аналіз результатів механічних випробувань коліс поточних плавок сталей ER7 по EN 13262, марки 2 по ДСТУ ГОСТ 10791: 2016. У результаті статистичного аналізу нормованих механічних властивостей встановлено, що поточна технологія забезпечує високу стабільність якості, а рівень властивостей перевищує заданий рівень (відповідає заданому діапазону) з високим ступенем надійності.

Посилання

1. Узлов И.Г., Бабаченко А.И., Дементьева Ж.А. Исследование влияния действительного зерна на износостойкость и сопротивление хрупкому разрушению углеродистой стали // Металлургическая и горная промышленность. – 2002. - №5. – С. 52 – 54.
2. Вернер В. Измельчение зерна при горячей деформации // Черные металлы. - 1969. - №7. - С. 34 - 44.
3. В.И. Большаков, И.Е. Долженков, В.И. Долженков Термическая обработка стали и металлопроката. - Днепропетровск: Gaudeamus, 2002. -271 с.

ВИКОРИСТАННЯ БІОАКТИВОВАНОГО НУТУ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ М'ЯСО-РОСЛИННИХ КОНСЕРВІВ

*Доц., канд. техн. наук С.А. Бажай-Жежерун, асистент О.М. Соколова
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Наразі у м'ясопереробній галузі харчової промисловості України особливу увагу привертає напрям розроблення м'ясних і м'ясо-рослинних продуктів оздоровчого спрямування як для широкого кола споживачів, так і для спеціального призначення: харчування дітей, матерів-годувальниць, спортсменів, військовослужбовців тощо.

Використання рослинної сировини при виробництві м'ясних продуктів дозволяє не тільки збагатити їх функціональними інгредієнтами, підвищити засвоюваність, а й отримати продукти, які відповідають основним фізіологічним нормам. В даний час існує необхідність у розробленні нових і вдосконаленні наявних рецептур та технологій м'ясних продуктів, зокрема, м'ясо-рослинних консервів, які користуються великим попитом у населення.

М'ясні продукти досить дефіцитні за вмістом харчових волокон, тому доцільно додатково вносити у їх рецептури рослинні компоненти, які є джерелом природних полісахаридів. Досліджено, що поєднання традиційних видів м'яса, зокрема свинини, з рослинною сировиною – протеїном із насіння коноплі та соєвим ізолятом, у складі м'ясомісткої варено-копченої ковбаси, дає можливість виробляти повноцінні харчові продукти з високими якісними показниками [1].

Відмічено позитивні ефекти комбінування м'ясної та бобової сировини, зокрема нуту. Досліджено, що альбуміни нуту володіють гідрофільними та адсорбційними властивостями приблизно на рівні м'язової тканини. Особливості хімічної будови білків нуту сприяють підвищенню кількості розчинних білків, яких бракує у тваринній сировині. Науковцями розроблено рецептуру ковбаси вареної "Донецька" з добавкою нуту. Встановлено, що величина вологозв'язувальної та вологоутримувальної здатності в модельних фаршевих системах з використанням борошна нуту підвищується [2].

Метою нашої роботи є розроблення науково обґрунтованого способу виробництва м'ясо-рослинних консервів, з підвищеним вмістом білку, багатих на кальцій, для харчування здорового населення, військовослужбовців, спортсменів та при дієтичному харчуванні.

Основною сировиною для виробництва м'ясо-рослинних консервів з біоактивованим нутом є м'ясо яловичини. Нами досліджено два зразки м'яса: м'ясо остигле (24 год після забою) та м'ясо заморожене.

У табл.1 наведено результати досліджень органолептичних показників м'яса яловичини, яке використовувалося для виробництва консервів. За результатами досліджень органолептичних показників відмічено, що перший зразок, яловичина остигла, віднесено до свіжого м'яса. Яловичина, яка була заморожена, характеризувалася дещо гіршими органолептичними показниками.

Таблиця 1 – Органолептичні показники м'яса яловичини

№	Показники	Зразки сировини	
		Яловичина остигла	Яловичина розморожена
1	Зовнішній вигляд, колір	М'ясо на розрізі червоного кольору з характерним відтінком	М'ясо на розрізі темно рожевого кольору
2	Стан поверхні	М'ясо щільне, ямка після натискання пальцем швидко вирівнюється	М'ясо середньої щільності, не досить пружне.
3	Запах	Характерний для свіжого м'яса	Слабо виражений
4	М'ясний сік	Прозорий	Мутнуватий
5	Стан жирових крапель	Жир блискучий, твердий, білуватого кольору, при натисканні кришиться.	Жир твердий, білуватого-кремового кольору.
6	Характеристика бульйону	Прозорий, ароматний	Прозорий, аромат не досить виражений

У табл. 2 наведено результати досліджень біохімічних показників м'яса яловичини, яке використовувалося для виробництва консервів.

Таблиця 2 – Біохімічні показники м'яса яловичини

№	Показники	Нормативне значення	М'ясо яловичини остигле	М'ясо яловичини розморожене
1	Реакція з сірчаною кислотою	Бульйон прозорий	Бульйон прозорий	Бульйон прозорий
2	Кількість летких жирних кислот	4,0	2,9	5,8
3	Реакція на пероксидазу	0,5-1,5 хв	0,52 хв	1 хв
4	pH	5,7 – 6,2	5,6	6,4
5	Вміст аміно-аміачного азоту у 10 см ³ фільтрату мг	1,26	1,20	1,28

Дослідження біохімічних показників яловичини показали, що м'ясо остигле, 24 години витримки відповідало ознакам свіжого, а саме – негативна реакція з сірчаною кислотою (бульйон прозорий), вміст летких жирних кислот в межах 2,9 мг КОН/г, що відповідає нормативним вимогам, кількість аміно-аміачного азоту становила 1,2 мг, що також характеризує свіжість дослідженого зразка м'яса. Реакція на пероксидазу тривала 0,52 хв, що вкладається у встановлені вимоги (0,5-1,5 хв), pH м'яса складало 5,6, що є у допустимих межах.

Досліджений зразок м'яса яловичини, яка була заморожена, характеризувався дещо гіршими біохімічними показниками якості. Зокрема кількість летких жирних кислот становила 5,8 мг КОН/г, тривалість реакції на пероксидазу також була вищою і складала 1 хв. Однак, дані показники вкладалися у межі, які притаманні для свіжої яловичини. Відмічено також збільшення до 1,28 од кількості аміно-аміачного азоту та зростання pH до 6,4 од. у розмороженій яловичині, що вказує на проходження автолітичних

процесів, які відбуваються через вплив процесу заморожування та розморожування. Тому за даними біохімічними показниками м'ясо перебувало на межі між свіжим і сумнівним.

Обидва зразки м'яса за встановленими показниками віднесено до свіжих, їх було використано у процесі виробництва м'ясо-рослинних консервів з нутом.

Нами визначено основні фізико-хімічні властивості кількох вітчизняних сортів нуту: Тріумф, Розанна і Пам'ять. Встановлено, що вміст білка у бобах нуту складає 22...25,7 %, жиру – 3,3...3,6 %, клітковини – 3,5...4,3 %, залежно від сорту. Встановлено, що зерно нуту сорту Тріумф містить найвищу кількість білка – 25,7 %, а також має найбільшу масу 1000 зерен – 368,8 г, характеризується високою якістю, тому зерно цього сорту використовували у подальших дослідженнях.

Біоактивування нуту здійснювали шляхом пророщування сировини. Технологічний процес підготовки бобів нуту включав такі операції: інспектування сировини, миття, очищення, дезінфекцію 0,1-3,0% розчином H_2O_2 , замочування повітряно-водяним способом протягом 12 год. за температури 20-22 °С, видалення води, промивання, пророщування протягом 48 год. за температури 20-22 °С, промивання та зберігання.

Відмічено, що біоактивування сприяє підвищенню вмісту вітамінів у бобах нуту, що пов'язано з активними процесами синтезу в сім'ядолях, які проростають. Синтез вітамінів відбувається за участю ферментів з використанням резервних речовин та компонентів гідролізу, зокрема цукрів – глюкози.

Нами розроблено ряд рецептур м'ясо-рослинних консервів, з використанням яловичини першої категорії та біоактивованого нуту; складниками рецептури також є кунжут, цибуля, топлений жир, сіль, спеції.

Термічне оброблення консервів здійснювали методом стерилізації у скляній тарі у воді з водяним протитиском.

Фізико-хімічні і органолептичні показники якості м'ясо-рослинних консервів визначали за загальноприйнятими методиками та під час огляду і куштування зразка згідно з вимогами стандарту ДСТУ 4607:2006 [3].

Проведено органолептичну оцінку п'яти зразків консервів, виготовлених за різними рецептурами. Вміст біоактивованого нуту у продуктах складав 20-25 %.

За визначеними органолептичними показниками: зовнішній вигляд, запах, смак, колір м'яса, консистенція – усі зразки відповідали нормативно-технічній документації. Смак і запах продуктів – властиві вареному нуту, поєднаному з м'ясним компонентом, приємний аромат прянощів, без стороннього присмаку та запаху. Колір вареного нуту від світло сірого до коричневого, нут добре проварений, розсипчастий; шматочки м'яса, розміром 12-15 мм, сірого кольору з коричневим відтінками різної інтенсивності. М'ясо нежорстке, під час обережного виймання з банки шматочки м'яса не розпадаються. Консерви зі збільшеним вмістом нуту мали більш сипку

консистенцію, м'який смак та давали цілком швидке насичення. Додавання кунжуту до рецептурного складу сприяло поліпшенню органолептичних показників продукту та підвищенню вмісту функціональних інгредієнтів.

Встановлено, що за фізико-хімічними показниками м'ясо-рослинні консерви з біоактивованим нутом повністю відповідають встановленим нормам.

Розраховано харчову цінність консервів. Вміст основних енергогенних речовин м'ясо-рослинних консервів складає: білків – 18-22 %, вуглеводів - 9-12 %, жирів – 13-16 %, енергетична цінність – 252-255 ккал.

Висновки

1. Використання біоактивованого нуту у технології м'ясо-рослинних консервів сприяє отриманню продукту з хорошими органолептичними показниками та високою харчовою цінністю.

2. Розроблені м'ясо-рослинні консерви є продуктом оздоровчого спрямування.

Посилання

1. Божко Н. В., Тищенко В. І., Пасічний В. М., Ревенко Р. С., Білоквмісна сировина регіонального виробництва В технології м'ясомісткої варено-копченої ковбаси Технічні науки та технології. №2(16). 2019
2. Матвиец В. Г. Новые высокопродуктивные сорта нута /В. Г. Матвиец // Земледелие. – 2001. – № 6. – С. 42.
3. Консерви м'ясорослинні каші з м' ясом. Загальні технічні умови ДСТУ 4607:2006. – Київ: Держспоживстандарт України. – 2007. - 12 с.

ЗБАГАЧЕННЯ ХЛІБА ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБЛЕННЯ КОНОПЕЛЬ

Доц., канд. техн. наук С.А. Бажай-Жежерун,

доц., канд. хім. наук Л. В. Береза-Кіндзерська, доц., канд. с.-г. наук О.В. Тогагинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Актуальним завданням харчової промисловості України є виробництво функціональних харчових продуктів, які справляють певну регулювальну дію на життєво важливі органи та системи організму, мають позитивний вплив на стан здоров'я, працездатність активне довголіття людини.

Хліб та хлібобулочні вироби є одними із найбільш споживаних продуктів, а також найзручнішою складовою для корекції харчової та біологічної цінності раціону людини.

Підвищення вмісту важливих нутрієнтів у хлібі, надання йому оздоровчих властивостей здійснюється шляхом збагачення його натуральними видами сировини, у тому числі нетрадиційними, що містять значну кількість нутрієнтів, на які збіднені основні сорти борошна, зокрема, біологічно активних сполук.

Перспективною сировиною для збагачення хлібобулочних виробів є продукти перероблення конопель. Коноплі (*Cánnabis satíva*) – одна з найдавніших культур, насіння якої широко використовується в їжу та різні сфери діяльності від ліків та одягу до палива. У харчовій промисловості як цінний інгредієнт використовують обрушене насіння конопель, окрім того його розмелюють з метою отримання борошна, яке має високу біологічну цінність і не містить у своєму складі глютен.

Конопляне насіння та борошно – джерела легкозасвоюваного рослинного білка, загальний вміст якого складає 20-35 %, ця сировина багата ненасиченими жирними кислотами: омега-3, омега -6 і омега-9; вітамінами групи В, каротиноїдами, токоферолами, мінеральними сполуками тощо. Харчові волокна продуктів перероблення конопель, представлені лігніном, геміцелюлозою, целюлозою і пектином, надають комплексний оздоровчий вплив на організм людини [1].

Науковці радять використовувати конопляне борошно в суміші з борошном житнім і пшеничним у виробництві хліба для поліпшення його споживчих показників [2, 3].

Відмічено позитивний вплив конопляної олії на якість пшеничного хліба із борошна вищого сорту, зокрема підвищення питомого об'єму виробів, пористості м'якушки, кольору скоринки [4].

Дослідженнями доведено, що використання сирого та смаженого конопляного борошна підвищує вміст мінеральних речовин, білка, жиру, фенольних сполук, а також значення антиоксидантної активності кондитерських виробів [5].

Доведено, що конопляне борошно, яке містить значну кількість білка, є перспективною добавкою у макаронному виробництві [6].

Отже, збагаченням хліба, макаронних та кондитерських виробів продуктами перероблення конопель займаються як вітчизняні так і закордонні науковці, однак у літературі відсутні дані щодо використання зазначеної сировини у виробництві хліба на основі цільозернового борошна.

Метою нашої роботи є наукове обґрунтування та практичне доведення доцільності застосування конопляного борошна та насіння для збагачення цільозернового пшеничного хліба.

Наразі одним із найбільш широко використовуваних продуктів перероблення конопель є борошно. У складі конопляного насіння присутні 20 амінокислот, 9 з яких - незамінні, не синтезуються організмом людини.

Промисловість випускає два типи конопляного борошна: грубе та подвійного помелу. Для збагачення цільозернового хліба нами було обрано борошно грубо помелу, оскільки при проведенні попередніх досліджень впливу ступеню помелу конопляного борошна на якість напівфабрикатів було встановлено, що використанні борошна подвійного помелу дещо подовжує час бродіння тістових заготовок.

Завдяки додатковому оздобленню продукту можна надати не тільки привабливішого виду, а й поліпшити його якість. Для підвищення харчової

цінності та органолептичних показників хліба напівфабрикати посипали обрубаним насінням конопель, вміст якого у рецептурі складав 1,0 %.

Нами досліджено фізико-хімічні та органолептичні показники конопляного борошна грубого помелу, торгівельної марки «Десналенд». результати наведено у таблицях 1, 2.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники конопляного борошна

Показник	Нормативні показники	Борошно конопляне
Вологість, %	$\leq 15\%$	10,5 %
Кислотність, рад	≤ 7 град	3,7 град
Білок, %	$\geq 25 \%$	39,6 %
Вміст клітковини, %	$\geq 14 \%$	14,0 %
Залишок на ситі, %	$\varnothing \text{ №}067 \leq 5\%$	3 %
Прохід через сито, %	$\varnothing \text{ №}38 \text{ або } 41/43 \geq 35\%$	42 %

Згідно з отриманими результатами, конопляне борошно повністю відповідає нормативним вимогам, є цінним джерелом білка та харчової клітковини.

Таблиця 2 – Органолептичні показники конопляного борошна

Показник	Конопляне борошно
Колір	Темний, зеленувато-коричневий
Ступінь помелу	Грубий
Аромат	Притаманний данній сировині, трав'янистий
Смак	Притаманний данній сировині, присутній горіховий присмак

Оцінивши органолептичні показники конопляного борошна можна стверджувати, що ця сировина має специфічний, не притаманний більшості сировини смак, завдяки зеленувато-коричневому кольору дещо незвичний вигляд.

Досліджено, що вміст білка у насінні конопель складає 30,6 %, ліпідів – 42 %, клітковини – 14,5 %.

Таким чином, продукти перероблення конопель мають високу харчову та біологічну цінність.

Нами досліджено вплив конопляного борошна на інтенсивність бродіння тіста. Тісто замішували безопарним способом з цілнозернового борошна з частковою його заміною на конопляне борошно у кількості 5, 7, 10 %. Дріжджі додавали у кількості 2,5 %, сіль – 1,5 % від маси борошна. Відмічено позитивний вплив додавання збагачувача на процес газоутворення у тісті. Найвищі показники сумарного газоутворення мали зразки з вмістом збагачувача 7 та 10 %. Це пояснюється поліпшенням поживного середовища тіста за рахунок збагачення білковими речовинами та мікронутрієнтами конопляного борошна.

Відмічено, що кислотність тіста і відповідно готових виробів із добавкою конопляного борошна змінювалась незначно – у межах 0,1-0,5 град. Встановлено, що при додаванні конопляного борошна до рецептури цільнозернового пшеничного хліба питомий об'єм виробів дещо знижується на 2,5 – 3,6 %, залежно від внесення збагачувача; пористість хліба також зменшилась, найсуттєвіше у зразку з максимальною кількістю конопляного борошна.

Досліджено органолептичні показники хліба збагаченого конопляним борошном та насінням. Відмічено, що за умови внесення борошна конопель у кількості 5-10 %, та насіння у кількості 1 %, смак та аромат залишаються не тільки прийнятними, але й набувають приємного легкого відтінку збагачувача.

Розраховано харчову та біологічну цінність традиційного цільнозернового хліба і нового виду хліба, збагаченого конопляним борошном та насінням. Встановлено, що ступінь забезпечення добової потреби в макро- та мікронутрієнтах, дорослого населення першої групи інтенсивності, за рахунок споживання 100 г хліба, збагаченого продуктами перероблення конопель складає: білки – 18...21,8 %, жири – 4,4...5,4 %, вуглеводи – 10...11 %, харчові волокна – 10,5...13,5 %, максимальний ступінь забезпечення у вітамінах: Е – на 20 %, β-каротині – на 12%, В₁ – на 19 %. Розрахунок забезпечення добових потреб у харчових речовинах за рахунок споживання хліба, збагаченого продуктами перероблення конопель наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Розрахунок забезпечення добових потреб у харчових речовинах за рахунок споживання збагаченого хліба

Показник		Хліб збагачений	Добові норми споживання		Забезпечення добової норми, %	
			Чол.	Жін.	Чол.	Жін.
Білки, г		11,1-13,1	67	55	18,0	21,8
Жири, г		2,5-3,6	68	56	4,4	5,4
Вуглеводи, г	Крохмаль	37,5-38,8	392	320	10	11,6
	Харчові волокна	2,1-2,7	20		10,5	13,5
Енергетична Цінність, ккал		224,9-250,8	2450	2000	9,8	12

Висновки

1. Продукти перероблення конопель є джерелом ряду біологічно активних нутрієнтів: повноцінного білка та незамінних амінокислот, ненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних сполук, природних харчових сорбентів. Нами запропоновано використання конопляного борошна та насіння для підвищення харчової цінності хліба на основі цільнозернового пшеничного борошна.

2. Доведено, що збагачення хліба продуктами перероблення конопель сприяє підвищенню вмісту білка, харчових волокон, вітамінів групи В, Е та β-каротину у готовому продукті.

Посилання

1. Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. та ін. Коноплі: монографія / за ред. М.Д. Мигалю, В.М. Кабанця. Суми: «Еллада», 2011. 384 с
2. Самофалова Л.А., Березина Н.А. Повышение качества ржано-пшеничного хлеба путем внесения конопляной добавки. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2004. № 4. С. 31–33.
3. Lukin A., Bitiutskikh K. On potential use of hemp flour in bread production. *Agricultural Food Engineering*. 2017. Vol. 10 (59) No.1. P.113-118.
4. Журавлева Л.А., Журавлев А.П., Терехов М.Б. Конопляное масло и его использование в хлебопечении. *Хранение и переработка зерна*. 2012. № 5. С. 51–53.
5. Ertaş, N., Aslan, M. Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour. *Acta Sci. Pol. Technol. Alimen.* (2020). 19(2). 177–184.
6. Teterycz D., Sobota A., Przygodzka D., Łysakowska P. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. *PLoS ONE*. 2021. 16(3). P. 1-14.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСИЛИКОХРОМА

Доц., канд. техн. наук И.И. Водин

Кафедра теории, технологии и автоматизации металлургических процессов

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр, Украина

А.С. Данилюк, Е.С. Лихачев, В.В. Малыш

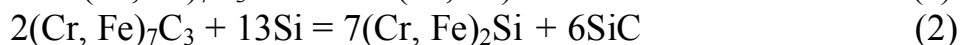
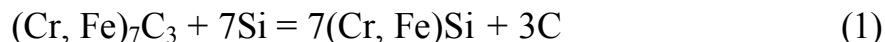
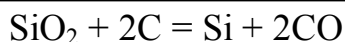
АО «Никопольский завод ферросплавов», г. Никополь, Украина

О.В. Здорик

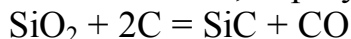
АО «Марганецкий ГОК», г. Никополь, Украина

Процесс получения силикохрома *двухстадийным (бесшлаковым) способом* основан на восстановлении кремния из SiO_2 в составе кварцита углеродом коксика в присутствии передельного феррохрома. В основе процесса лежит реакция разрушения карбидов хрома и железа высокоуглеродистого феррохрома либо чардж-хрома восстановленным кремнием [1].

Процесс может быть описан следующими реакциями:



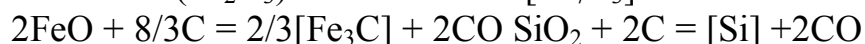
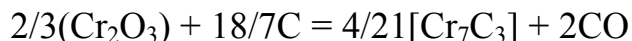
Восстановление кремния из кремнезема кварцита углеродом идет с участием промежуточного соединения SiC, образующегося по реакции:



где углерод пористого кокса активно участвует в реакциях с еще одним неотъемлемым компонентом системы, в которой происходит восстановление кремния – газообразным монооксидом SiO, образующимся по реакциям:



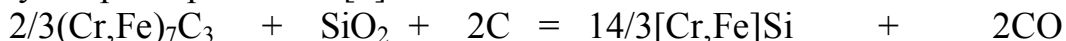
В процессе выплавки силикохрома *однотадийным (шлаковым) способом* совместно восстанавливаются железо и хром из оксидов в составе хромитовой руды и кремний из кварцита углеродистым восстановителем по приведенным реакциям:



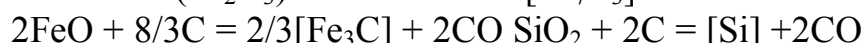
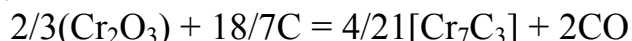
Особенностью процесса является необходимость протекания реакции восстановления кремния из SiO₂ в составе кварцита углеродом коксика. Механизм восстановления кремния углеродом достаточно сложен и связан с образованием CO, SiO и тугоплавкого карбида кремния SiC [3].

Таким образом, в зоне высоких температур, в результате взаимодействия жидкого SiO₂ с жидким кремнием, в присутствии твердого углерода образуется газообразный монооксид кремния, который затем взаимодействует с карбидом кремния. В верхних слоях печи непрореагировавший SiO взаимодействует с углеродом коксика с образованием SiC. На равновесие данных реакций влияет присутствие передельного феррохрома в составе шихты. По мере опускания шихты вниз происходит обезуглероживание феррохрома по реакциям (1) и (2).

Получение ферросиликохрома *бесшлаковым способом* может быть описано суммарной реакцией [4]:



В процессе выплавки силикохрома *однотадийным (шлаковым) способом* совместно восстанавливаются железо и хром из оксидов в составе хромитовой руды и кремний из кварцита углеродистым восстановителем по приведенным реакциям:



Особенностью процесса является необходимость протекания реакции восстановления кремния из SiO₂ в составе кварцита углеродом коксика. Механизм восстановления кремния углеродом достаточно сложен и связан с образованием CO, SiO и тугоплавкого карбида кремния SiC.

По сравнению с бесшлаковым методом получения силикохрома, при шлаковом способе механизм восстановления компонентов и формирования сплава более сложен. Значительная часть задаваемого в шихту кварцита расходуется на формирование шлакового расплава, способного обеспечить достаточную для технологии степень извлечения кремния в сплав [4].

Восстановление кремния и хрома протекает через образование расплава, содержащего карбиды хрома, железа и тугоплавкий карбид кремния. Именно состав формирующегося в процессе шлака обеспечивает эффективное рафинирование расплава от углерода с образованием силикохрома [5].

Технологической особенностью производства силикохрома одностадийным способом является необходимость значительного перегрева нижних горизонтов печи для понижения содержания хрома в конечном шлаке с целью понижения его вязкости и обеспечения нормального выпуска расплава. Перегрев может приводить как к повышенному расходу углеродистого восстановителя, так и к увеличению улета восстановленного кремния, и как следствие, к понижению извлечения хрома и ухудшению стойкости футеровки печи из-за роста содержания хрома в шлаке, что повышает его температуру плавления и вязкость [5].

Для успешной организации технологии одностадийного силикохрома необходимо поддержание оптимального соотношения оксидов алюминия и магния в шлаке, а также достаточный его нагрев, что связано с электрическими и геометрическими параметрами печи, т. е. удельной мощностью. Протекание процесса целесообразно организовать таким образом, чтобы температура плавления шлака была выше температуры начала восстановления кремния из SiO_2 , а также чтобы как можно более полное восстановление хрома из оксида проходило до достижения им высокотемпературных зон печи, иначе реакция Cr_2O_3 с восстановленным кремнием или его монооксидом будет приводить к образованию SiO_2 , а следовательно, к формированию более вязкого и кислого шлака [3].

Вязкость шлака зависит от содержания SiO_2 и соотношения $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, которое в свою очередь зависит от природы руды, поэтому говорить о рациональном его значении необходимо в тесной взаимосвязи с типом хроморудного сырья. Упрощенно можно говорить о вариантах составов шлака с $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,0\text{--}1,2$ и $\text{SiO}_2 = 45\text{--}50\%$. Содержание SiO_2 с увеличением соотношения $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ растет. Добавка оксидов кальция либо плавикового шпата снижает вязкость шлаков (но обычно не применяется). Увеличение содержания оксидов хрома в шлаках вязкость повышает [3].

Из-за сокращения запасов богатых хромитовых руд и вовлечения бедных хромитовых руд в технологию производства углеродистого феррохрома возникла технология чардж-хрома, что повлекло за собой ряд неизбежных изменений в работе печи. Одно из наиболее важных – невозможность получить богатый хромом ($> 60\% \text{ Cr}$) ферросплав из-за низкого отношения хрома к железу в руде [2].

В связи с этим на рынке в настоящее время достаточно широко представлен, наряду с высокоуглеродистым феррохромом, чардж-хром (charge- chrome), или шихтовый хром, с содержанием хрома 45–55 % (табл. 4.2). Еще одной особенностью данного материала является необходимость иметь в составе сплава повышенное содержание кремния – на уровне 5–6 % вместо 1–2 %, – характерном для стандартного углеродистого феррохрома, поскольку дробимость сплава пониженная, а прочность повышенная [5].

Таблица 1. Химический состав, %, ферросиликохрома (ГОСТ 11861-77)

Марка сплава	Si	Cr, не менее	C	P	S
			не более		
ФСХ13	10-16	55	6,0	0,04	0,03
ФСХ20	16-23	48	4,5	0,04	0,02
ФСХ26	23-30	45	3,0	0,03	0,02
ФСХ33	30-37	40	0,9	0,03	0,02
ФСХ40	37-45	35	0,2	0,03	0,02
ФСХ48	Свыше 45	28	0,1	0,03	0,02

Таблица 2. Удельный расход материалов и электроэнергии при выплавке ферросиликохрома двухстадийным бесшлаковым (числитель) и одностадийным шлаковым (знаменатель) способами на 1 баз.т сплава с различным содержанием кремния

Показатели	Содержание Si, %				
	13	23	33	43	50
Расход материала, кг/т:					
кварцита	$\frac{298}{634}$	$\frac{520}{881}$	$\frac{742}{1134}$	$\frac{965}{1323}$	$\frac{1121}{1464}$
хромовой руды	$\frac{-}{1908}$	$\frac{-}{1600}$	$\frac{-}{1420}$	$\frac{-}{1145}$	$\frac{-}{923}$
коксика	$\frac{117}{543}$	$\frac{220}{575}$	$\frac{312}{625}$	$\frac{424}{678}$	$\frac{308}{712}$
передельного феррохрома	$\frac{1089}{-}$	$\frac{911}{-}$	$\frac{803}{-}$	$\frac{648}{-}$	$\frac{525}{-}$
стружки стальной	$\frac{8}{30}$	$\frac{41}{82}$	$\frac{62}{84}$	$\frac{93}{105}$	$\frac{115}{116}$
Расход электроэнергии, кВт·ч/б.т	$\frac{1500}{4770}$	$\frac{2450}{5660}$	$\frac{3390}{7040}$	$\frac{4350}{7770}$	$\frac{5110}{8870}$

Плавку чардж-хрома ведут аналогично технологии высокоуглеродистого феррохрома [6]. Особенностью технологии выплавки чардж-хрома является больший по сравнению со стандартным углеродистым феррохромом удельный расход шихтовых материалов, электроэнергии, а также необходимость иметь повышенное содержание кремния в сплаве, что регулируется навеской кварцита либо шлака ФХС.

Говоря о потребительских свойствах чардж-хрома, следует упомянуть, что понижение содержания хрома, по сравнению со стандартным феррохромом, несколько снижает его температуру плавления.

Снижению температуры плавления ферросплава еще более способствует повышение содержания кремния в чардж-хроме (до 10 %) в 2–3 раза по сравнению с феррохромом при незначительном уменьшении плотности сплава относительно стальной ванны, что увеличивает степень усвоения хрома из ферросплава при легировании стали [3].

В состав шихты для производства силикохрома двухстадийным способом входит высокоуглеродистый (передельный) феррохром либо чардж-хром, кварцит, углеродистый восстановитель (коксик, полукокс, уголь). При производстве силикохрома одностадийным (шлаковым) способом в состав шихты входит кварцит, хромитовая руда, углеродистый восстановитель, а также могут добавляться флюсы, содержащие MgO либо Al_2O_3 , и плавиковый шпат [1,6].

Выводы

Существуют два способа получения ферросиликохрома: одно- (шлаковый) и двухстадийный (бесшлаковый). В Казахстане применяют двухстадийный способ, который основан на восстановлении кремния из кремнезема (кварцита) углеродом в присутствии передельного углеродистого феррохрома, получаемого на первой стадии. При одностадийном (шлаковом) способе в шихту используют хромитовую руду, кварцит и коксик.

Одностадийный (шлаковый) способ выплавки ферросиликохрома на ферросплавных заводах Казахстана не применяется. Проведенные опытно-промышленные плавки в мощной печи не дали положительных результатов (таблица 2)[6].

Ссылки

1. Гасик М.И., Лякишев Н.П. Физикохимия и технология электроферросплавов: учеб. для вузов. Днепропетровск: Системные технологии, 2005. 448 с.
2. Хром Казахстана / В. И. Гриненко [и др.]. М.: Металлургия, 2001. 416 с.
3. Абдулабеков Е. Э., Каскин К. К., Нурумгалиев А. Х. Теория и технология производства хромистых сплавов: учебн. пособие. Алматы Республиканский издательский кабинет по учебной и методической литературе, 2010. 280 с.
4. Бобкова О. Силикотермическое восстановление металлов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1991. 174 с.
5. Карнаухов В.Н., Воронов Ю.И., Зайко В.П., Жучков В.И. Технология низкоуглеродистого феррохрома. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2001, 483 с.
6. Лякишев Н. П., Гасик М. И. Металлургия хрома. М.: ЭЛИЗ, 1999. 585 с.

ВПЛИВ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА З ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

*Доц., канд. техн. наук О.С. Волошенко, доц., канд. техн. наук Н.В. Хоренжій
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна*

Реологічні властивості тіста - це комплексний показник, який описує стан і поведінку тіста при замісі і на протязі всього технологічного процесу приготування хлібобулочного дріжджового виробу. Володіючи інформацією про розтяжність тіста, його пружність, водопоглинальну здатність, можна прогнозувати характеристику та якість готового продукту та в разі потреби вжити необхідних заходів для їх коригування на етапі замісу тіста шляхом використання необхідних технологічних добавок. Тому актуальним є дослідження впливу різних видів технологічних добавок на реологічні властивості тіста, виготовленого з пшеничного хлібопекарського борошна.

Ролі хлібопекарських добавок-коректорів в технології хліба, визначенню їх функціональних і технологічних властивостей присвячені роботи вітчизняних і зарубіжних вчених Дробот В. І., Іоргачевої К. Г., Ауермана Л. Я., Кретовича В. Л., Поландовой Р. Д., Матвєєвої І. В., Токаревої Р. Ф., Duran E., Brummer J. -M., тощо. На вітчизняному ринку застосовують вітчизняні ферментні препарати «Ензим»(Ладижин), але більш ніж на 90 % задовольняються за рахунок імпорту – Лессафр, Мюленхемі, Новозайм, тощо [1, 3, 4].

Метою роботи є дослідження впливу ферментних препаратів різного принципу дії на реологічні властивості пшеничного борошна. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- визначити основні показники якості борошна хлібопекарського вищого ґатунку ТМ «Хуторок»;

- встановити направленість дій ферментних препаратів в залежності від початкових властивостей пшеничного борошна.

- підібрати оптимальне дозування ферментних препаратів для спрямованої зміни якості готової продукції борошномельних заводів України.

Об'єкти дослідження: технологічні властивості сировини; процеси тістоутворення, (фізико-хімічні) та реологічні властивості дріжджових заготовок.

Предметами досліджень є борошно пшеничне хлібопекарське вищого ґатунку торгівельної марки «Хуторок», показники якості якого наведені в табл. 1;

- ферментні препарати амілолітичної дії: фірми «МюленхіміГмбХ» (Німеччина)-, Alphamalt 6003, Alphamalt НСС), фірми «Новозаймс»(Фунгаміл Супер АХ активність α -амілази 700 од/г);

- протеолітичної дії -Нейтраза1, 5МГ фірми «Новозаймс» (активність протеази нейтральної 90 од/г), Пентопан 500БГ активність: ксиланаза 1100 од/г, целюлаза 60 од/г);

- амінокислота- цистеїн гідрохлорид, аскорбінова кислота - фірми «Novozymes»;

Дослідницьку частину роботи проводили в лабораторних умовах на кафедрі технології переробки зерна в ОНАХТ. Визначення всіх показників проводили згідно зі стандартними методиками. Дослідження реологічних властивостей тіста проводили на приладі Mixolab (фірми «Chopin» Франція). Прилад Mixolab [2] призначений для контролю динаміки реологічної поведінки тіста в процесі замісу по характеру зміни величини обертаючого моменту на приводі тістомісильної ємності і визначення наступних показників: водопоглинальна здатність борошна (ВПЗ), час утворення тіста, його стабільність і значення розрідження, а також консистенція тіста в процесі нагріву.

Таблиця 1 - Показники якості зразків борошна в/г пшеничного хлібопекарського

Зразки	Органолептичні властивості	Вологість, %	Клейковина, %	Якість клейковини, од	Число падіння, с
ТМ «Хуторок»	Білий, без сторонніх смаків і запахів	11, 8 $\pm$ 0, 2	26, 6 $\pm$ 0, 2	65 $\pm$ 0, 5 (І група)	290 $\pm$ 10
Вимоги ГСТУ	Білий, без сторонніх смаків і запахів	Не $\geq$ 15	Не $\leq$ 24	Не нижче ІІ групи	Не $\leq$ 160

Для коригування показників якості борошна досліджуваних зразків і готових виробів з них використовували такі ферменти в дозуванні, що рекомендуються виробниками: «Muhlenchemie» (Німеччина); «Novozymes» (Данія) (табл. 2, 3).

З метою дослідження впливу технологічних добавок різного спектру дії та з метою визначення їх оптимального дозування за зміною реологічних властивостей пшеничного тіста використовували інноваційний прилад Mixolab («Chopin»), який вимірює крутячий момент, що виникає при замісі тіста в інтервалі від 28 до 90° С. Тісто готували із пшеничного борошна в/г ТМ «Хуторок» із клейковиною І групи якості. Визначили такі показники якості як водопоглинальна здатність тіста (ВПЗ) контрольного зразка та модельних сумішей, їх поведінку при замісі, міцність клейковини, максимальну в'язкість, амілолітичну активність та ретроградацію. Результати наведено у табл. 4.

Під час першої фази замішування (точка С1 - освіту тесту) прилад забезпечує утворення тіста з консистенцією 1, 1 + 0, 05 Н-м при температурі 30°С. Тривалість цієї фази 8 хв. Оптимальна консистенція утворюється шляхом підбору кількості води, що додається. На другій і третій фазах замішування реєструється зміна консистенції тесту при його нагріванні до 90 ° С (точка С2 - розрідження тіста; точка С3 - максимальна швидкість клейстеризації крохмалю). Загальна тривалість другої фази становить 15 хв (швидкість нагріву 4 ° С / хв), третьої фази - 7 хв. Під час цих фаз в тістомісилці підтримується постійна температура 90 ° С.

Таблиця 2 - Рекомендоване дозування технологічних добавок фірми «Muhlenchemie»

Технологічна добавка	Рекомендації, г /100 г борошна	Кількість препарату (на 100 % борошна)	
		min	max
Porit L	0, 005-0, 015	0, 005	0, 015
Alphamalt A 6003	0, 008-0, 015	0, 008	0, 015
Alphamalt HCC	0, 002-0, 012	0, 002	0, 012

Таблиця 3 – Рекомендоване дозування технологічних добавок фірми «Novozymes»

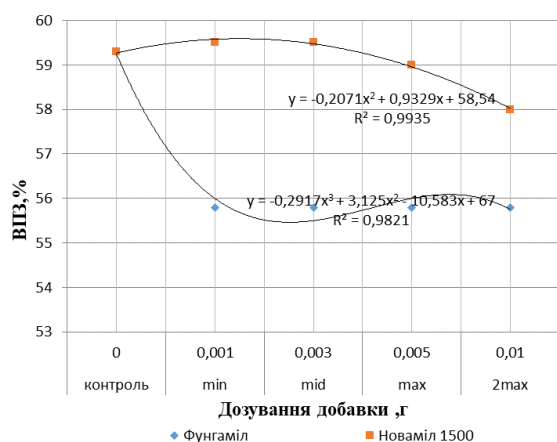
Фермент	Рекомендації г препарату/100 г борошна	Введення препарату на 100% борошна			
		min	mid	max	2max
Фунгаміл2500 SG	0, 0002-0, 001	0, 0002	0, 0005	0, 001	0, 002
Новаміл 1500	0, 001-0, 005	0, 001	0, 003	0, 005	0, 01
Нейтраза 1, 5 МГ	0, 0003-0, 0015	0, 0003	0, 0008	0, 0015	0, 003
Пентопан 500БГ	0, 002-0, 01	0, 002	0, 006	0, 01	0, 02
Цистеїнгідрохлорид	0, 005-0, 015	0, 005	0, 01	0, 015	0, 03
Аскорбінова к-та	0, 005-0, 02	0, 005	0, 01	0, 02	0, 04

Таблиця 4 - Показники реологічної кривої міксолаба борошна ТМ «Хуторок» з та без додавання добавок

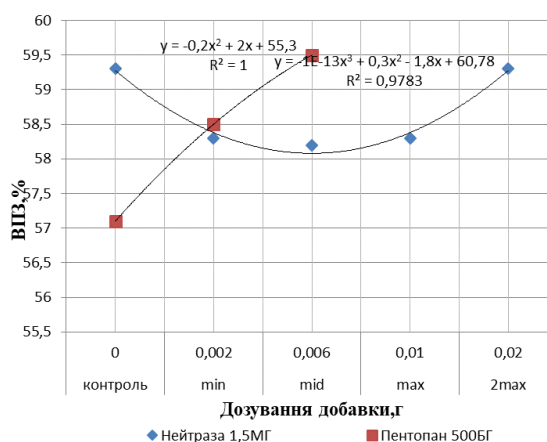
№	Зразок	Дозування	Час,хв.						Кр. Момент Н*м						C3-C2	C3-C4	C5-C4
			C1	Cs	C2	C3	C4	C5	C1	Cs	C2	C3	C4	C5	Н*м	Н*м	Н*м
1	Контроль	0	1,87	8	16,9	24,37	32,87	45,02	1,067	0,98	0,469	1,781	1,382	2,001	1,312	0,399	0,619
2	Фунгаміл	min	1,32	8	17,65	27,18	31,72	45,02	1,056	0,814	0,257	1,714	1,664	2,484	1,457	0,05	0,82
3		mid	1	8	17,72	27,15	30,73	45,02	1,141	0,783	0,211	1,663	1,62	2,435	1,452	0,043	0,815
4		max	1,05	8	17,92	28,47	31,68	45,02	1,083	0,766	0,227	1,756	1,533	2,275	1,529	0,223	0,742
5		2max	1,32	8	17,65	27,18	31,72	45,02	1,056	0,814	0,257	1,714	1,669	2,494	1,457	0,045	0,825
6	Новаміл	min	1,22	8	17,05	24,28	34,82	45	1,098	0,969	4,44	1,724	1,145	1,672	-2,716	0,579	0,527
7		mid	1,65	8	17,15	24,1	34,97	45,02	1,059	0,946	0,428	1,696	1,054	1,581	1,268	0,642	0,527
8		max	1,57	8	16,92	24	33,78	45,02	1,076	0,916	0,436	1,704	1,035	1,568	1,268	0,669	0,533
9		2max	1,32	8	17,65	27,18	31,72	45,02	1,056	0,814	0,257	1,714	1,669	2,494	1,457	0,045	0,825
10	Нейграза	min	1,53	8	17,32	28,85	31,63	45	1,108	0,882	0,307	1,486	1,406	2,189	1,179	0,08	0,783
11		max	1,2	8	17,3	26,15	32,25	45	1,123	0,684	0,215	1,277	1,138	1,731	1,062	0,139	0,593
12		2max	3,88	8	17,18	30,28	31,53	45,02	1,065	0,637	0,163	1,354	1,296	2,001	1,191	0,058	0,705
13	Пентопан	min	1,32	8	17,02	24,88	29,15	45,02	1,09	0,945	0,375	1,927	1,647	2,913	1,552	0,28	1,266
14		mid	3,42	8	17,02	24,12	33,22	45,02	1,101	0,919	0,348	1,609	0,992	1,485	1,261	0,617	0,493
15		max	3,18	8	17,1	24,12	34,87	45,02	1,083	0,902	0,337	1,595	0,936	1,357	1,258	0,659	0,421
16		2max	3,1	8	17,25	24,17	34,13	45,02	1,094	1,005	0,436	1,638	1	1,456	1,202	0,638	0,456
17	Цистеїн	min	2,92	8	16,87	24,75	30,97	45,02	1,129	0,748	0,386	1,69	1,274	2,419	1,304	0,416	1,145
18		mid	2,7	8	16,6	24,72	30,52	45	1,133	0,782	0,42	1,752	1,423	2,501	1,332	0,329	1,078
19		2max	1,8	8	16,97	25,47	30,93	45,02	1,091	0,645	0,365	1,752	1,352	2,578	1,387	0,4	1,226
20	Аск. к-та	min	1,2	8	16,53	24,33	30,8	45	1,123	1,007	0,489	1,939	1,444	2,635	1,45	0,495	1,191
21		2max	1,05	8	16,58	24,73	30,45	45,02	1,114	0,963	0,443	1,916	1,522	2,549	1,473	0,394	1,027

На четвертій і п'ятій фазах вимірюють консистенцію тесту при його охолодженні до 50 ° С і витримці при цій температурі протягом 5 хв (точки С4, С5 - початок і закінчення ретроградації крохмалю). Тривалість цих фаз відповідно 10 і 5 хв. Швидкість охолодження на четвертій фазі - 4 ° С / хв.

Водопоглинальна здатність пшеничного борошна залежить від співвідношення у ньому незруйнованих та зруйнованих крохмальних зерен, а також від крупності частинок борошна, які визначають швидкість та силу осмотичного зв'язування води із вільним проміжним білком та білком прикріплення, що оточує поодинокі крохмальні зерна. Вважається, що пшеничне борошно х/п вищого гатунку повинно мати 60-62% ВПЗ. У контрольному зразку ВПЗ 59, 5%, майже на рівні 60 %.



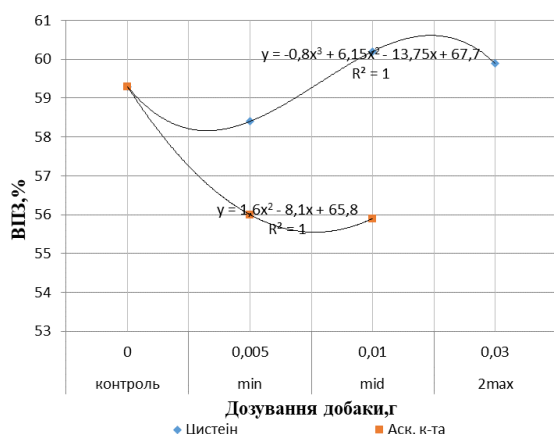
а



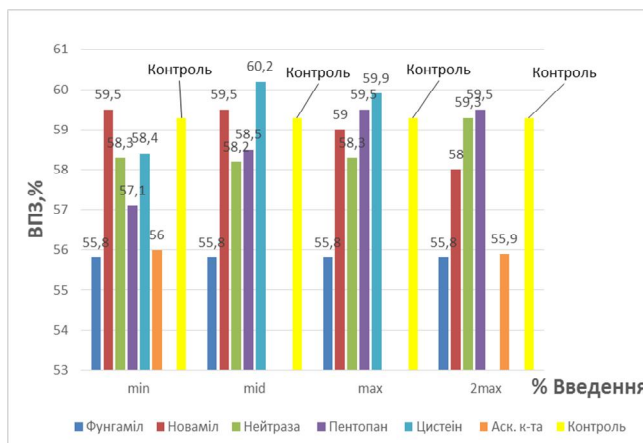
б

Рис. 1. Залежність ВПЗ борошна пшеничного в/г ТМ "Хуторок" від дозування:

а - технологічних добавок амілолітичної дії; б - протеаз і целюлоз.



а



б

Рис. 2. Залежність ВПЗ борошна пшеничного в/г ТМ "Хуторок" від дозування:

а - амінокислоти та вітаміну С; б - усіх використаних добавок.

Як видно з наведених залежностей (рис. 1) введення у борошно ТМ «Хуторок» ферментних препаратів амілолітичної дії (Фунгаміл2500 SG і Новаміл 1500) при будь-якому дозуванні негативно впливають на ВПЗ у бік зменшення у порівнянні з контрольним зразком. При чому більш інтенсивно зменшується ВПЗ у зразку із введенням фунгамілу на 5, 9%. При чому не залежно від % його включення. Додаток Новамілу 1500 при дозуванні 2мах частково зменшує ВПЗ, але не на тому рівні як Фунгаміл. При меншому дозуванні Новамілу 1500 ВПЗ зменшується на рівні контрольного зразка(з урахуванням похибки досліду) 59, 3-59, 5%, тобто майже не впливає на ВПЗ борошна.

Це протирічить гарантіям виробника, який зазначає що цей ФП впливаючи на крохмаль борошна, уповільнює його ретроградацію, накопичує цукри та декстрини, які збільшують в свою чергу ВПЗ тіста. Однак це не підтверджується на практиці.

Не дивлячись, що обидва препарати – Фунгамі і Новаміл мають однакову амілолітичну дію, однак по різному впливають на ВПЗ борошна, що також протирічить рекомендаціям виробника.

Включення протеаз також негативно впливає на ВПЗ борошна, зменшуючи його на 1, 7%. Пентопан на ВПЗ має двобічну дію : мінімальна кількість різко зменшує ВПЗ борошна на 3, 7 %, подальше ж додавання цього препарату поступово збільшує ВПЗ борошна і при дозуванні 2мах сягає рівня контрольного зразку.

Вплив незамінної амінокислоти цистеїну, що використовують для пом'якшення тіста, також двобічно впливає на ВПЗ тіста : при мінімальному дозуванні зменшується ВПЗ на 1, 5%, а при максимальному дозуванні збільшує на 1, 5%, що повинно позитивно вплинути на вихід х/п виробів та уповільнює черствіння.

Аскорбінова кислота також негативно впливає на ВПЗ тіста, зменшуючи його на 5, 7%, що не поступає негативному впливу фунгамілу. Порівняльний аналіз впливу технологічних добавок на ВПЗ борошна дозволяє зробити наступні висновки: цистеїнгідрохлорид покращує ВПЗ; фунгаміл2500 SG, Нейтраза 1, 5 МГ та Аскорбінова кислота – зменшує, а Новаміл 1500, Пентопан 500БГ та Цистеїнгідрохлорид – збільшують ВПЗ, але при тах дозуванні.

Мах дозування Цистеїну, Пентопану та Новамілу призводить до більшому підйомі при випічці, покращенню м'якості м'якуша у готовому виробі та отриманню більшої кількості тіста при меншій витраті борошна.

Ці висновки також підтверджує аналіз індексу ВПЗ (C1) у всіх дослідних зразках. Індекс замішування(C2) залежить від поведінки тіста при замішуванні та особливо від стабільності. Вважається, що чим вищий індекс, тим стійкіша буде тістова заготовка під час замішування. Цей індекс описує силу тіста під час замісу.

Аналіз результатів експериментальних досліджень дозволяє зазначити, що майже усі препарати негативно впливають на C2 у порівнянні із

контрольним зразком. Виключення становлять технологічні добавки: Новаміл та Цистеїн у максимальному дозуванні, Пентопан-у будь-якому дозуванні окрім, мінімального, Мінімальне дозування Фунгамілу та Аскорбінова кислота у максимальному дозуванні.

Введення технологічних добавок Новамілу (у min дозуванні), Фунгамілу (у середньому та максимальному дозуванні), Нейтрази ті Цистеїну (у мінімальному) з сильного борошна робить слабке, що доцільно приймати до уваги при виготовленні не дріжджових виробів :крекерів, бісквітів та ін.

С3-глютен індекс показує опір протеїнових сполук підвищення температури 30-60 °С і майже не залежить від властивостей крохмалю.

Контрольний зразок має високий глютен індекс, що відповідає його вказаній якості борошна, зокрема кількості та якості клейковини. Внесення добавок амілолітичної дії призводить до зменшення С3, або залишає його незмінним(minфунгаміл та тідноваміл).

Пентопан у будь-якому дозуванні зменшує також значення С3 у найбільшому ступеню. Нейтраза також зменшує значення С3, при чому максимально-при мінімальному дозуванні препарату. І лише Цистеїн та аскорбінова кислота сприяють підвищенню рівня глютен-індексу.

Відомо, що чим більший глютен –індекс, тим більш еластичне тісто, але це перешкоджає хорошему підйому тіста під час випічки. Тобто два останніх препарати зміцнюють клейковину, а інші навпаки послаблюють, що також необхідно враховувати при коригуванні х/п властивостей тіста. С4-індекс в'язкості описує фазу, при якій тах кількість фізико – хімічних та біохімічних препаратів вступає у взаємодію. На цій стадії роль протеїнів переходить на друге місце і поступається крохмалю. Отже, на зміну індексу в'язкості повинні впливати амілази. У контрольному зразку індекс дорівнює 5. Додавання ж α -амілази (Фунгамілу) зменшує індекс в'язкості, оскільки підвищена кількість екзогенного ферменту(підвищення α -амілазної активності) зменшує в'язкість тіста. Ферментний препарат Новаміл незалежно від його дозування незначно зменшив індекс в'язкості тіста. Що можливо пов'язано із несприятливою середою дії (ортрН 4, 5-6, 5). Навіть протеолітичний фермент має більший ступінь впливу на індекс в'язкості тіста, ніж амілази :навіть його мінімальне дозування зменшує цей показник майже вдвічі, а додавання його у дозуванні понад тах-не змінює значення цього показника. Препарат геміцелюлазно-ксилазназної дії у мінімальному дозуванні збільшує суттєво індекс в'язкості, а при збільшенні дозування – навпаки зменшує цей показник при чому не залежно від його дозуванні залишаться на однаковому рівні. Аскорбінова кислота незалежно від дозування також здатна збільшувати індекс в'язкості тіста (на однаковому рівні). С5 індекс амілолітичної активності (корелює з числом падіння) у контрольного зразка дорівнює 4 (задовільне значення ЧП). Додавання ж різних технологічних добавок впливає на С5 наступним чином. Вплив Новамілу на значення індексу С5 однозначний :від внесення його до борошна

у тій дозуванні індекс зменшується вдвічі і залишається сталим навіть при максимальному дозуванні.

Останнє свідчить, що по перше немає необхідності додавати препарат у занадто високих концентраціях, по друге саме на цьому етапі тістоведення для препарату проявляється у повному ступеню, як передбачено теоретично: зменшення С5-свідчить про високу активність α -амілази, яку додали штучно. Дія ж фунгамілу на значення індексу С5 при мінімальному дозуванні не проявляється, а при збільшенні його кількості проявляється навпаки у збільшенні значення С5, що вступає у протиріччя із теоретичним припущенням: значення С5 повинно було зменшити. Вплив протейназ на цьому етапі досліджень свідчить про збільшення ЧП (зменшення аміلولітичної активності). Пентопан при невеликому дозуванні збільшує індекс С5 (тобто зменшує ЧП), однак більше дозування його не має жодного впливу на значення С5-воно залишається на рівні контрольного зразка.

С6-ретроградація (загусання) крохмалю (у фазі охолодження від 90-50 °С) пов'язаний із здатністю кінцевого продукту протистояти черствінню та зберігати товарний вигляд. Мінімальне дозування будь-якого з досліджених препаратів збільшує індекс С6(іноді майже вдвічі) незалежно від його спектру дії та походження, а із збільшенням дозування виявляють себе по різному.

Висновки

Таким чином, дослідження ВПЗ та реологічної поведінки тіста з пшеничного борошна ТМ «Хуторок» задовольняє якості при додаванні різних технологічних добавок із застосуванням приладу Міксолаб дозволило виявити неоднозначний вплив між дозуванням та показниками властивостей тіста. Тому дія технологічних добавок потребує додаткових досліджень.

Посилання

1. Дехтяренко Н. В. Виробництво ферментних препаратів в Україні // Наукові вісті НТУУ "КПІ". 2013. № 3. С. 49 – 58. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI_2013_3_10
2. Дюба, А., Рысев К. Д. Современный метод контроля качества зерна и муки по реологическим свойствам теста, определяемых с помощью миксолаб профайлер // Сб. материалов: I-ой научно-практической конференции с международным участием —Управление реологическими свойствами пищевых продуктов. — М. : МГУПП. — 2008. — С. 86-95.
3. Попов М. В. Технологические решения производства пшеничной муки целевого назначения для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий: дис. ... канд. техн. наук: 05. 18. 01 / Попов Михаил Владимирович. — М., 2008. — 181 с.
4. Дробот В. І. Поговоримо ще раз про харчові добавки та їх функціональну роль в технологічному процесі / В. Дробот // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. — 2011. — № 5. — С. 8–10
5. Матвеева И. В. Корректировка качества муки на основе ферментных препаратов / И. В. Матвеева // Хлебопродукты — 2007. — №3. — С. 55-57.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕТЕРОФАЗНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ «ЭВТЕКТИКИ» ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛЕЙ ДАВЛЕНИЕМ

Докт. техн. наук, проф. С.И. Губенко

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр

Введение. Неметаллические включения нередко являются местами зарождения разрушения стальных слитков и заготовок в процессе производства металлических изделий [1 - 4]. В работах проанализированы основные виды и структура гетерофазных включений [5 - 6]. Целью работы было изучение уровня пластичности гетерофазных включений «эвтектики» при обработке сталей давлением.

Материалы и методики исследований. Поведение гетерофазных включений при обработке стали давлением изучали при горячей прокатке сталей 08Ю, 08Т, 08кп, 08Х18Н10Т, 12ГС, R7, 08Х, НБ-57, 08ГСЮТФ, ШХ15 в интервале температур 1200...800 °С и холодной прокатке со степенями деформации 35...75 %. Фазовый состав включений определяли металлографическим (Neophot-21) и петрографическим методом, а также путем микрорентгеноспектрального анализа на установке МС-46 «Самеса».

Результаты исследования и их обсуждение. Поведение гетерофазных включений при обработке стали давлением определяется многими факторами [1 - 4, 7]. Склонность к пластическому формоизменению отдельных фаз гетерофазных включений такая же, как и у однофазных включений соответствующего типа и состава. В то же время совместное деформирование фаз включения, отделенных внутренними межфазными границами, должно вносить определенные особенности в поведение гетерофазных включений «эвтектики» при обработке сталей давлением.

Включения «эвтектики» имеют эвтектическую структуру и представляют собой колонии фаз э1 и э2 — композитные формирования разного вида. Между ними находятся межфазные границы э1↔э2, которые представляют собой сложную разветвленную сеть поверхностных дефектов, которая пронизывает эвтектическое включение. Для данного типа включений обе фазы э1 и э2 контактируют со стальной матрицей и образуют с ней межфазную границу включение-матрица, которая состоит из множества микроучастков э1↔м и э2↔м, причем в отличие от включений второго типа, где участков всего два, эти участки имеют меньшую протяженность и регулярно чередуются вдоль всей границы включение-матрица. Пластическое поведение таких включений зависит от уровня пластичности каждой из фаз включения э1 и э2, а также от температуры деформации.

Степень пластичности неметаллических фаз существенно зависит от их состава, причем изменение концентрации элементов приводит к изменению поведения при горячей и холодной деформации. Очевидно, уровень пластичности включений «эвтектики» при горячей деформации в первую очередь зависит от характера пластического поведения базовой фазы

эвтектики. В процессе деформации в пластичных эвтектических включениях нарушается регулярность структуры, характерная для литого состояния [8].

При горячей прокатке стали в интервале температур 1100...850 °С обе фазы эвтектических сульфидов пластичны и раскатываются в направлении деформации (рис. 1, а, б), причем степень их пластичности определяется химическим составом. Эвтектические сульфиды типа включение–матрица стали деформируются совместно со стальной матрицей и в процессе прокатки возможно разделение непрерывной сульфидной фазы на отдельные включения, которые удлиняются и приобретают линзообразную форму (рис. 1, в). Сульфидные эвтектики могут сочетаться с оксидами или нитридными (карбонитридными) фазами, тогда включения проявляют неоднородную деформируемость.

Силикатные эвтектические включения при температурах 1100...1000 °С пластичны (рис. 1, г, д). Обе фазы включений совместно деформируются, поворачиваются и под действием сил трения, возникающих на поверхности раздела с матрицей и вдоль межфазных границ во включениях, раскатываются в направлении прокатки. Гетерофазная структура включений приобретает ориентированный характер. К концу прокатки, когда температура понижается до 900 °С и ниже, пластичность силикатных фаз резко падает, они становятся хрупкими и начинается разрушение включений, претерпевших при более высоких температурах пластическое удлинение.

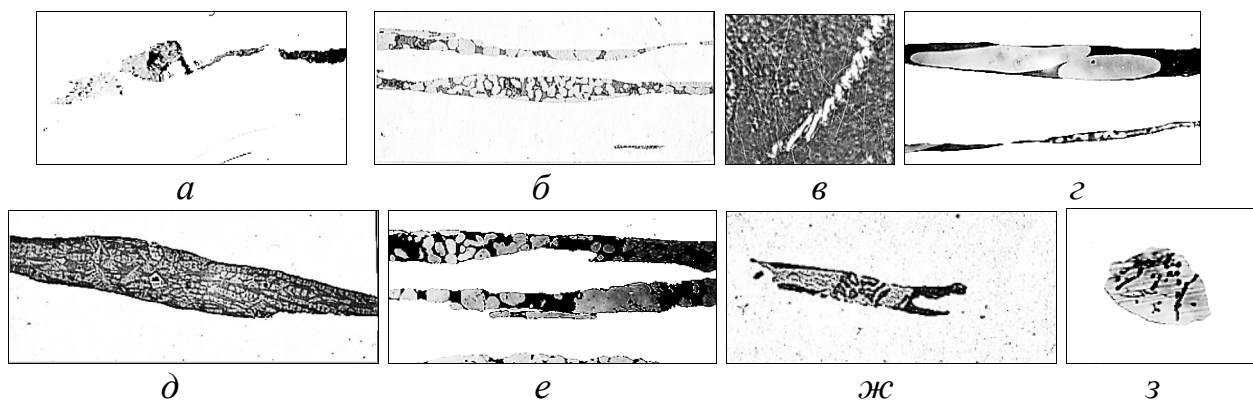


Рис. 1. Гетерофазные включения «эвтектики» после горячей прокатки:

а, б - FeS-(Mn, Fe)S ; в - FeS-(Mn, Fe)S -матрица; г, д - $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2\text{-MnO} \cdot \text{SiO}_2$;
е - $\text{FeS-FeO} \cdot \text{SiO}_2$; ж - MnS-MnO ; з - $\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3\text{-2-MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$; x500.

Сульфосиликатные эвтектические включения при горячей прокатке пластичны (рис. 1, е). Возможно разрушение включений по границам раздела фаз. Оксисульфидные эвтектики проявляют неоднородную деформируемость в зависимости от природы фаз (рис. 1, ж). При этом нарушается регулярность исходной структуры эвтектик. Оксидные и нитридные эвтектики при температурах 1100...850 °С пластически не деформируются (рис. 1, з), поворачиваются в направлении течения стальной матрицы, образуя строчки. Когда напряжения, действующие на включение превысят предел его

прочности, происходит разрушение фаз эвтектики и разделение вдоль границ их раздела.

В процессе трансформации между фазами включения α_1 и α_2 и стальной матрицей развивается контактное трение, что обусловлено взаимодействием их поверхностей, препятствующим их относительному перемещению. Следует отметить, что характер контактного трения на микроучастках границы включение-матрица $\alpha_1 \leftrightarrow \text{м}$ и $\alpha_2 \leftrightarrow \text{м}$ различен, что создает дополнительную неоднородность в распределении сил трения вдоль межфазной границы с матрицей (наряду с факторами, изложенными в работах [6, 9-14]). В то же время, на межфазной границе с включениями эвтектик наблюдается чередование множества микроучастков с различным уровнем контактных напряжений. Кроме того, в стыках множества микроучастков межфазных границ с матрицей $\alpha_1 \leftrightarrow \text{м}$, $\alpha_2 \leftrightarrow \text{м}$ и разветвленных межфазных границ во включении $\alpha_1 \leftrightarrow \alpha_2$ должны возникать концентрации контактных напряжений, что может вызвать образование микротрещин в матрице вблизи включений и вдоль указанных межфазных границ. Как и в случае однофазных включений, силы трения на микроучастках поверхности включения (α_1 и α_2)-матрица при обработке стали давлением имеют также составляющие, обусловленные типом и строением участков межфазных границ и связанные с определенной поверхностной энергией, а также с трением, возникающим при перемещении (скольжении) межфазных дефектов кристаллического строения [9-14]. Силы трения сдерживают течение матрицы вокруг включений и распределены на разных микроучастках межфазной границы включение-матрица $\alpha_1 \leftrightarrow \text{м}$ и $\alpha_2 \leftrightarrow \text{м}$ неравномерно, что связано с неравномерным распределением нормальных напряжений, действующих на включение.

Наличие внутренних межфазных границ $\alpha_1 \leftrightarrow \alpha_2$ во включении предполагает взаимодействие между поверхностями фаз включения и возникновение на этих границах контактного трения, способствующего сдерживанию пластического течения фаз включения α_1 и α_2 (если одна из них либо обе пластичны [5, 7]). Максимальная величина касательного напряжения на межфазных границах $\alpha_1 \leftrightarrow \alpha_2$ по условию пластичности ограничивается величиной пределов текучести фаз включения α_1 и α_2 , поэтому контактное трение может возбудить на межфазных границах касательные напряжения, величина которых ограничена. Следует учитывать не только взаимодействие микроучастков поверхностей фаз α_1 и α_2 включения и стальной матрицы, но также взаимодействие поверхностей фаз α_1 и α_2 в условиях контактного трения, приводящее к сглаживанию шероховатостей на межфазных границах $\alpha_1 \leftrightarrow \alpha_2$, что способствует прирабатываемости рассматриваемых пар трения α_1 - α_2 , α_1 -стальная матрица и α_2 -стальная матрица. Очевидно, для пластичных фаз включений этого типа этот процесс выражен сильнее, чем в случаях недеформируемых фаз включений.

При холодной деформации, которая как правило происходит после горячей деформации формоизменение включений продолжается в новых

условиях, связанных с изменением температуры и деформирующих усилий, а также часто с изменением способа деформации. При этом изменяются физико-механические свойства фаз гетерофазных включений и стальной матрицы. При холодной прокатке стали обе фазы эвтектических сульфидов пластичны, поэтому такие включения деформируются и раскатываются в направлении деформации (рис. 2, а), причем степень их пластичности определяется химическим составом.

Силикатные и оксисиликатные эвтектические включения при холодной деформации не пластичны (рис. 2, б). Имея после предварительной горячей прокатки вытянутую форму, они хрупко разрушаются. Как правило трещины зарождаются и распространяются вдоль межфазных границ во включении $\varepsilon_1 \leftrightarrow \varepsilon_2$. Сульфосиликатные эвтектические включения проявляют неоднородную деформируемость. Сульфидная фаза пластична, силикатная – хрупко разрушается (рис. 2, в). Возможно разрушение включений при границам раздела фаз. Оксисульфидные эвтектики проявляют неоднородную деформируемость в зависимости от природы фаз (рис. 2, г). Перечисленные виды эвтектических включений, содержащие пластичные сульфидные фазы ε_1 проявляют различную деформируемость, которая зависит не только от химического состава сульфида, но и от уровня пластичности второй фазы эвтектики ε_2 . Из всех видов фазы ε_2 пластичны лишь сульфиды, остальные – не деформируются. Очевидно, присутствие недеформируемой фазы ε_2 снижает уровень пластичности сульфидной фазы ε_1 при холодной деформации. Кроме того, пластическое поведение эвтектик, содержащих пластичную (или две) сульфидную фазу, сдерживают контактные силы трения, возникающие вдоль разветвленных межфазных границ $\varepsilon_1 \leftrightarrow \varepsilon_2$.

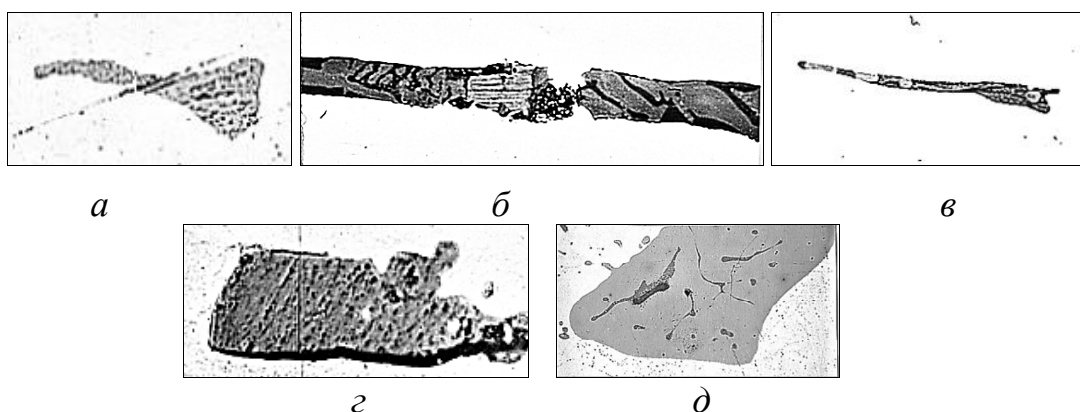


Рис. 2. Гетерофазные включения третьего типа «эвтектики» после холодной прокатки:

а, д - $\text{FeS}-(\text{Mn}, \text{Fe})\text{S}$; *б* - $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$; *в* - $\text{FeS}-\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$; *г* - $\text{MnO}-(\text{Mn}, \text{Fe})\text{S}$; $\times 500$

Оксидные и нитридные эвтектики при холодной прокатке пластически не деформируются, происходит разрушение фаз эвтектики и разделение вдоль границ их раздела. При холодной прокатке нарушается регулярность исходной структуры эвтектик. Вследствие различия пластичности стальной матрицы и включений эвтектик происходит расслоение вдоль поверхности раздела с матрицей (рис. 2, г). Часто наблюдается разделение фаз эвтектики

по границам их раздела как следствие различной пластичности (рис. 2, д). В холоднокатаной стали с увеличением степени деформации увеличивается дисперсность включений «эвтектики» в результате их хрупкого разрушения.

Выводы. Изучено поведение гетерофазных включений «эвтектики» в процессе горячей и холодной деформации при обработке сталей давлением. Показано взаимное влияние фаз включений на их совместную деформацию. Использование полученных результатов позволит существенно повысить технологическую пластичность сталей, а также предупредить образование различного рода дефектов при обработке сталей давлением.

Ссылки

1. Виноград М.И., Громова Г.П. Включения в легированных сталях и сплавах. М.: Металлургия, 1972. – 216 с.
2. Губенко С.И. Неметаллические включения и пластичность сталей. Физические основы пластичности сталей. - Saarbrücken: LAP LAMBERT. Palmarium academic publishing, 2016. - 549 с.
3. Губенко С.И. Межфазные границы включение-матрица в сталях. Межфазные границы неметаллическое включение-матрица и свойства сталей. Germany-Mauritius, Beau Bassin: Palmarium academic publishing, 2017. - 506 с.
4. Губенко С.И., Грабовский В.Я., Яценко Ю.В., Галкин А.М. Особенности разрушения подшипниковой стали вблизи эвтектических неметаллических включений // Сталь. – 1984. - №1. - с.75-76.
5. Губенко С.И., Беспалько В.Н. Виды и структура гетерофазных включений в сталях. - Металознавство та термічна обробка металів. – 2019. - №1 (84). - с. 30-35.
6. Губенко С. И. Гетерофазные микрокомполитные включения в сталях. Germany-Mauritius, Beau Bassin,. Palmarium academic publishing, 2019. - 330 с.
7. Gubenko S. I. Plasticity Origin of Heterophase Inclusions at Steel Forming // Steel in Translation. – 2020. - v. 50. - No. 10. - pp. 730-739.
8. Губенко С.И. Поведение эвтектических неметаллических включений при прокатке стали // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1982. - № 8. – С.81-85.
9. Губенко С.И. Физика разрушения сталей вблизи неметаллических включений. - Днепропетровск, НМетАУ, ИЦ Системные технологи, 2014. - 301 с.
10. Губенко С.И., Исков М.В. Структура и сопротивление разрушению межфазных границ неметаллическое включение-матрица стали. - Теория и практика металлургии. – 2004. - №5. - с.30-38.
11. Губенко С.И. К вопросу о строении межфазных границ неметаллическое включение-матрица в стали // Известия АН СССР. Металлы. – 1994. - № 6. - с.105-112.
12. Губенко С.И. Коллективные дислокационные эффекты, или фазовые переходы в границах неметаллическое включение-матрица стали // Физика металлов и металловедение. – 1990. - т. 6. - с. 184-188.
13. Gubenko Svetlana. Role of Inclusion – Matrix Steel Interphase Boundaries in the Development of Relaxation Processes near Nonmetallic Inclusions // Metal Science and Heat Treatment. – 2020. - v. 62. - No 5. - p. 299-305.
14. Губенко С.И. Локальные пики параметров и процессов на границах неметаллическое включение-матрица стали // Сталь. – 1999. - № 8. - с.64-67.

**БОТАНІЧНА ПАМ'ЯТКА ПРИРОДИ «ЛІСОВИЙ ДЕНДРАРІЙ»
(ІСТОРІЯ ФОРМУВАННЯ, ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД)**

Доц., канд.с.-г. н. наук, доцент А.А. Дзиба

**Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна**

Збереження фіторізноманіття, а саме генофонду рослинного світу в умовах зростаючого антропоїчного навантаження нині є актуальним (Попович, Савоськіна, Шерстюк, Михайлович & Дзиба, 2017). З метою збереження фіторізноманіття, а саме дендрорізноманіття проводять інвентаризацію на заповідних територіях серед яких – пам'ятки природи. Пам'ятки природи відіграють роль сталих символів які формують у свідомості людини цілісні образи рідної природи та ландшафту (Манюк & Манюк, 2012). За останнє десятиріччя було проведено інвентаризацію дендросозофлори на природно-заповідних територіях Лісосостепу, Степу, Полісся (Степаненко & Попович, 2015, Власенко & Попович, 2015, Шерстюк & Попович, 2018, Савоськіна & Попович, 2018).

Лісовий дендрарій створено в урочищі Базарщина Борзнянського лісництва (квартал 88, виділ 29, квартал 90, виділ 33) (Чернігівська область) у 1949 році на площі 1,5 га. На його території було висаджено близько 150 видів деревних рослин з метою вивчення росту та розвитку інтродукованих видів деревних рослин в ґрунтово-кліматичних умовах Чернігівщини та подальшого впровадження у лісові насадження Чернігівської області. Дендрарій був також базою для проведення екскурсій для школярів, збирання гербарію з навчальною метою. З 1972 р. відповідно до рішення Чернігівського облвиконкому від 10.06.1972 року № 303, із змінами, внесеними згідно із рішенням Чернігівського облвиконкому від 27.12.1984 року, № 454 та від 28.08.1989 року № 164 «Лісовий дендрарій» має статус ботанічної пам'ятки природи (БПП) місцевого значення (Паспорт, 1972, Охоронне, 1996).

У 90-х роках ХХ століття директор Борзнянського держлісгоспу Стахорський Л.О. приділяв значну увагу випробовуванню інтродуцентів на території лісового дендрарію, з метою використання перспективних деревних рослин у лісовому господарстві та в озелененні. Було створено колекційну ділянку (рисунок 1), де висаджено такі рідкісні деревні види рослин як: *Liriodendron tulipifera* L. (рисунок 2), *Betula nigra* L. (рисунок 3), *Catalpa bignonioides* Walter., *Abies alba* Mill., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco., *Gymnocladus dioica* (L.) K.Koch. та інші. Стан яких нині – добрий.

Протягом 2010-2011 рр. на території БПП Лісовий дендрарій проведено реконструкцію насаджень. У 2011 році – встановлено малі архітектурні форми та розроблено маршрут навчально-пізнавальної екологічної стежки.



Рисунок 1 – Колекційна ділянка БПП «Лісовий дендрарій»



Рисунок 2 – *Liriodendron tulipifera* L



Рисунок 3 – *Betula nigra* L

Станом на 2020 рік на території БПП Лісовий дендрарій зростає 77 видів деревних рослин (рисунок 4), з яких 68 видів належать до Червоного Списку Міжнародного Союзу Охорони Природи (ЧС МСОП, IUCN Red List). На території є також три гібриди та різновиди: *Spiraea* × *vanhouttei* (Briot) Zabel., *Salix babylonica* var. *matsudana* (Koidz.) H. Ohashi & Yonek., *Populus nigra* var. *italica* Münchh.

Серед досліджених видів *Aesculus hippocastanum* L., *Gymnocladus dioica* (L.) K. Koch. належать до категорії вразливих (VU). Види, що знаходяться під загрозою зникнення – *Abies koreana* E. H. Wilson., *Juglans cinerea* L. мають категорію EN. Три види, що близькі до загрозливого стану і такі, що можуть бути віднесені до категорії вразливих (категорія NT) представлені *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray bis) Parl., *Abies holophylla*

Maxim., *Fraxinus excelsior* L. У БПП Лісовий дендрарій переважають види з категорією низького ризику (LC) (рисунок 4).

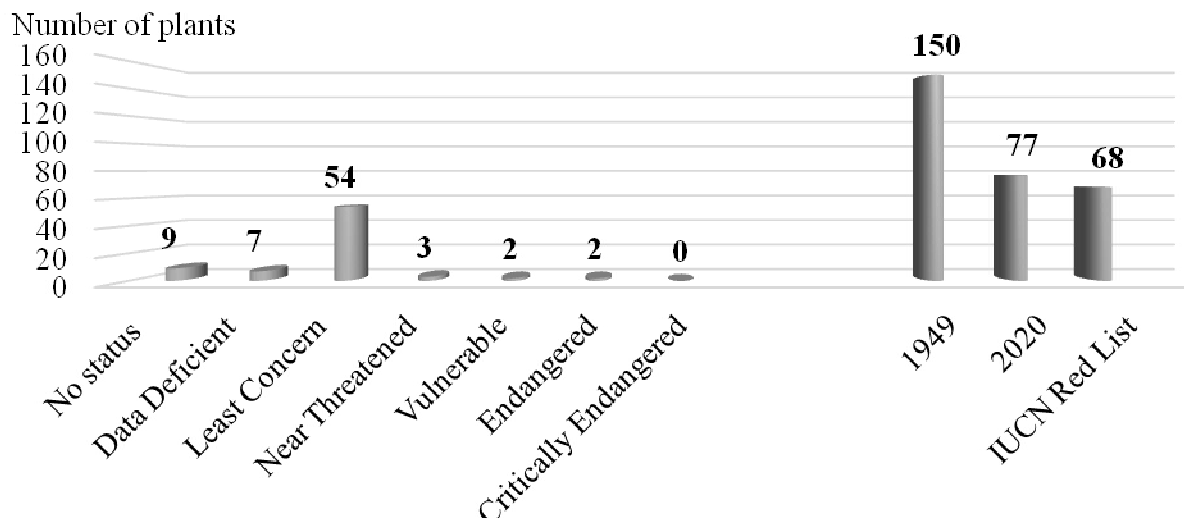


Рисунок 4 – Кількість рослин занесених до ЧС МСОП (2020 р.) та загальна кількість рослин станом на 1949 р. і 2020 р.

Таксономічний склад БПП Лісовий дендрарій досить різноманітний, представлений 23 родинами, 45 родами, 77 видами деревних рослин, переважають листяні види деревних рослин – 81,9 % (таблиця 1). Найбільшого поширення набули родини серед хвойних – *Pinaceae* Lindl. (11,3 % родів, 14,3 % видів), серед листяних – *Rosaceae* Juss. (15,7 % родів, 13,0 % видів) та *Betulaceae* S.F. Gray. (9,0 % родів, 10,4% видів).

Таблиця 1 – Таксономічний склад деревних рослин БПП Лісовий дендрарій

Родина	Рід		Вид	
	кількість	%	кількість	%
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Cupresaceae</i> Rich. Ex Bartl	3	6,8	4	5,2
<i>Pinaceae</i> Lindl.	5	11,3	11	14,3
<i>Fabaceae</i> Lindl	2	4,4	2	2,6
<i>Fagaceae</i> A.B.R.	2	4,4	3	3,9
<i>Juglandaceae</i> A.Rich. ex Kunt.	1	2,2	4	5,2
<i>Betulaceae</i> S.F. Gray	4	9,0	8	10,4
<i>Oleaceae</i> Lindl.	1	2,2	2	2,6
<i>Celastraceae</i> Lindl.	1	2,2	1	1,3
<i>Adoxaceae</i> E.Mey.	2	4,4	2	2,6
<i>Hydrangeaceae</i> Dumort.	1	2,2	1	1,3
<i>Cercidiphyllaceae</i> Engl.	1	2,2	1	1,3
<i>Rosaceae</i> Juss.	7	15,7	10	13,0
<i>Ulmaceae</i> Mirb	1	2,2	3	3,9
<i>Moraceae</i> Lindl.	1	2,2	1	1,3
<i>Salicaceae</i> Mirb.	2	4,4	5	6,5

Продовження таблиці 1.

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Sapindaceae</i> Juss.	2	4,4	7	9,0
<i>Anacardiaceae</i> Lindl	1	2,2	1	1,3
<i>Rutaceae</i> Juss.	2	4,4	2	2,6
<i>Malvaceae</i> Juss.	2	4,4	5	6,5
<i>Platanaceae</i> Lindl	1	2,2	1	1,3
<i>Vitaceae</i> Lindl	1	2,2	1	1,3
<i>Magnoliaceae</i> Juss.	1	2,2	1	1,3
<i>Bignoniaceae</i> Juss.	1	2,2	1	1,3
Разом	45	100	77	100

Висновки

1. БПП «Лісовий дендрарій» є цінним осередком рідкісної дендрофлори на Східному Поліссі. Нині на території БПП «Лісовий дендрарій» зростає 77 видів, три гібриди та різновиди деревних рослин, 68 видів деревних рослин належать до ЧСМСОП.
2. Дендрарій було створено з метою вивчення росту та розвитку цінних деревних рослин для лісового та садово-паркового господарства з метою подальшого впровадження у лісові насадження і озеленення.

Посилання

1. Власенко А.С. & Попович С.Ю. (2016). Заповідні дендросозоекзоти Степу України. Київ: «ЦП "Компринт"», 140 с.
2. Манюк В.В., Манюк В.В. (2012). Пам'ятки природи Степового Подніпров'я: історія, сучасність та перспективи. Історія і культура Придніпров'я: Невідомі та маловідомі сторінки, вип. 9, С. 107-114.
3. Охоронне зобов'язання № 3/24-578 від 11 листопада 1996 р.: затверджене заступником начальника Держуправління екологічної безпеки в Чернігівській області В.М. Осипець (1997). Чернігів: [б.в.], 1с.
4. Паспорт № 21 пам'ятки природи місцевого значення Лісовий дендрарій, Чернігів (1972). Чернігів: [б.в.], 4 с.
5. Попович С.Ю., Савоськіна А.М., Шерстюк М.Ю., Михайлович Н.В. & Дзиба А.А. (2017). Заповідна дендросоцфлора Українського Полісся. Київ: «ЦП "Компринт"», 188 с.
6. Савоськіна А.М. & Попович С.Ю. (2019). Заповідні дендросозоекзоти Українського Полісся. Київ: «ЦП "Компринт"», 110 с.
7. Степаненко Н.П. & Попович С.Ю. (2015). Заповідні дендросозоекзоти Лісостепу України. Київ: «ЦП "Компринт"», 131 с.
8. Шерстюк М.Ю. & Попович С.Ю. (2018). Заповідні дендросозоавтохтони Українського Полісся. Київ: «ЦП "Компринт"», 272 с.

АЛГОРИТМ ПЕРЕВІРКИ АКТУАЛЬНОСТІ ТА РІВНЯ ГАРМОНІЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ ЯК ІНДИКАТОР РОЗВИТКУ СИСТЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ

*Докт. техн. наук А.М. Должанський, канд. техн. наук О.С. Максакова
Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна*

Національна стандартизація України бере свій початок з моменту отримання незалежності нашою країною. Така діяльність зумовила запровадження національних (на той час – державних) стандартів ДСТУ з огляду на наявність в існуючій базі нормативних документів (НД) більше 120000 документів бувшого СРСР (ГОСТ, ГСТУ, ТУ тощо) [1].

На початку 2000-х років, спрямовуючи свою зовнішню політику на зближення з провідною світовою спільнотою та прагнення увійти до Світової організації торгівлі (СОТ), наша країна розпочала розбудовувати власну систему стандартизації прийняттям міжнародних стандартів ISO в якості національних.

За деякими сферами економічної діяльності рівень такої практики досягнув 80%.

Починаючи з 2012 р., у межах підготовки підписання Україною Угоди про асоціацію з країнами ЄС, був узятий курс і дотепер виділяється державне фінансування лише на запровадження тих стандартів, які підпадають під дію Європейських Директив та відповідних Технічних регламентів України (наприклад, щодо електромагнітної сумісності виробів, енергетичного маркування, іграшок та ін.).

У зв'язку з необхідністю термінового прийняття та дефіцитом фінансових ресурсів, більшість таких нормативних документів приймалась «методом підтвердження» (мовою оригіналу) як стандарти ДСТУ ISO, що утруднювало їх використання в Україні.

Крім того, недостатнє фінансування для актуалізації вже прийнятих ДСТУ ISO спричинило втрату деякими з них своєї актуальності у зв'язку з виданням нових редакцій відповідних міжнародних стандартів.

Однією з основних задач Технічних комітетів стандартизації України є перевірка та постійне оновлення інформації щодо актуальності національних стандартів за сферами діяльності, що затребувало розробки спеціальних підходів.

Розроблена та використана авторами методика перевірки актуальності стандартів та, відповідно, рівня гармонізації та перспектив розвитку системи стандартизації України, яка полягає у наступному:

- визначення кодів стандартів згідно з Українським класифікатором нормативної документації (УКНД), за якими проводиться перевірка;
- визначення технічних комітетів стандартизації (на міжнародному рівні – ISO/TC [2], у складі Європейського комітету стандартизації – CEN/TC [3], в Україні – ТК [4] зі своїми номерами), до сфери діяльності яких входять

відповідні стандарти;

- отримання даних щодо прийняття міжнародних стандартів Україною та Європейською спільнотою (з обов'язковою вказівкою метода прийняття, ступеня відповідності, актуальності);

- у разі отримання суперечливих даних щодо прийняття міжнародних стандартів, окремо проводиться аналіз прийняття Україною суто європейських стандартів (EN) в якості національних;

- аналіз отриманих даних та визначення шляхів розвитку сфери, що розглянута.

В якості прикладу за представленим алгоритмом дій розглянуто кілька різномірних сфер: з якості повітря; щодо засобів індивідуального захисту; на нікель та його сплави.

Стандартам з оцінки якості повітря відповідають коди УКНД:

07.060 – Геологія. Метеорологія. Гідрологія; 13.040.01 – Якість повітря в цілому; 13.040.20 – Атмосфера довкілля; 13.040.30 – Навколишнє середовище робочого місця; 13.040.40 – Викиди стаціонарних джерел; 13.040.99 – Інші стандарти, що стосуються якості повітря.

Це сфера діяльності таких технічних комітетів: ISO/TC 146 «Якість повітря»; CEN/TC 264 «Якість повітря»; ТК 82 «Охорона довкілля». Загалом, ISO/TC 146 прийняв 163 стандарти, ще 42 знаходяться в стадії розробки.

Аналіз відповідних даних виявив наступне (рис. 1):

- за кодом 07.060 Європейський комітет стандартизації та Україна не прийняли жодний міжнародний НД;

- за кодом 13.040.01 Європейський комітет стандартизації прийняв 6 міжнародних НД (37,5 %), Україна – 9 НД (56 %);

- за кодом 13.040.20 Європейський комітет стандартизації прийняв 14 міжнародних НД (21 %), Україна – 9 НД (13 %), з них 2 НД прийняті «методом підтвердження»;

- за кодом 13.040.30 Європейський комітет стандартизації прийняв 5 міжнародних НД (12 %), Україна – 1 НД (2 %), прийнятий «методом підтвердження»;

- за кодом 13.040.40 Європейський комітет стандартизації прийняв 8 міжнародних НД (25 %), Україна – 5 НД (15,6 %), з яких 3 НД (60 %) прийняті «методом підтвердження».

Загалом, з кількості міжнародних стандартів з якості повітря, Європейським комітетом стандартизації прийнято близько 20% НД, рівень гармонізації стандартів в Україні – близько 15% (з них – 25% прийнято «методом підтвердження»).

Стандартизація засобів індивідуального захисту позначається кодами УКНД:

13.340.10 – Захисний одяг (охоплює також вогнетривкий одяг); 13.340.20 – Захисні засоби для голови (охоплює також шоломи, захисні засоби для очей, захисні засоби для вух, органів слуху, навушники, захисні засоби для зубів); 13.340.30 – Респіраторні захисні засоби; 13.340.40 – Захисні

засоби для рук (охоплює також захисні пальчатки, рукави та рукавиці); 13.340.50 – Захисні засоби для ніг (охоплює також захисні чоботи та черевики); 13.340.60 – Захисні засоби проти падіння та ковзання (охоплює також захисні мотузки, страхувальні паси та линви проти падіння та ковзання).

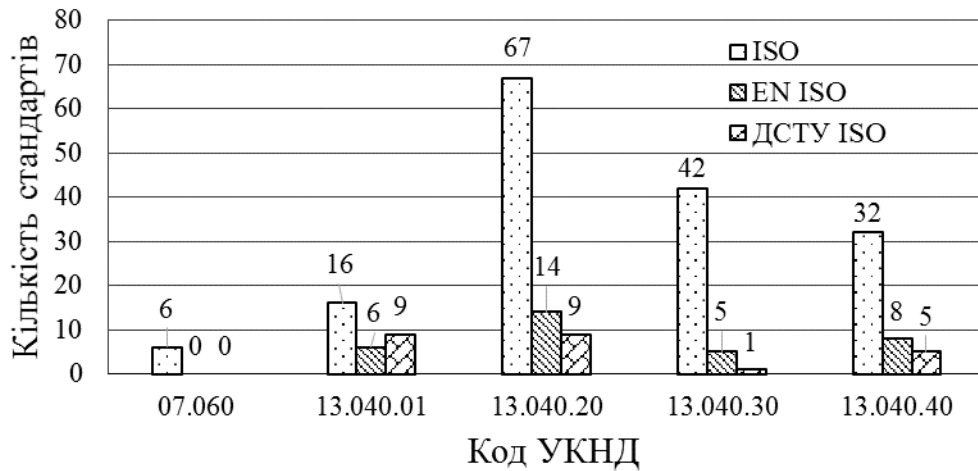


Рисунок 1 – Узагальнений стан прийняття міжнародних стандартів ISO з якості повітря

Це сфера діяльності таких технічних комітетів: ISO/TC 94 «Особиста безпека – Засоби індивідуального захисту», яким прийнято 168 нормативних документів; CEN/TC 161 «Захист ніг і стоп», CEN/TC 85 «Засоби захисту очей», CEN/TC 160 «Захист від падіння з висоти, включаючи робочі ремені», CEN/TC 79 «Засоби захисту органів дихання» та CEN/TC 162 «Захисний одяг, включаючи захист рук та передпліч, та рятувальні жилети»; ТК 135 «Безпека промислової продукції та засоби індивідуального захисту працюючих».

Аналіз даних виявив наступне (рис. 2):

- за кодом 13.340.10 Європейський комітет стандартизації прийняв 34 міжнародних НД (49,3%), Україна – 35 НД (50,7 %), з яких 26 НД (74,3 %) мають індекс ДСТУ EN ISO;

- за кодом 13.340.20 Європейський комітет стандартизації прийняв 12 міжнародних НД (50 %), Україна – 3 НД (12 %), всі вони мають індекс ДСТУ EN ISO;

- за кодом 13.340.30 Європейський комітет стандартизації прийняв 1 міжнародний НД (3 %), Україна не прийняла жодний міжнародний НД;

- за кодом 13.340.40 Європейський комітет стандартизації прийняв 6 міжнародних НД (46 %), Україна – 5 НД (38,5 %), з яких 4 НД (80 %) мають індекс ДСТУ EN ISO;

- за кодом 13.340.50 Європейський комітет стандартизації прийняв 10 міжнародних НД (62,5 %), Україна – 11 НД (68,8 %), з яких 9 НД (82 %) мають індекс ДСТУ EN ISO;

- за кодом 13.340.60 Європейський комітет стандартизації та Україна не прийняли жодний міжнародний НД.

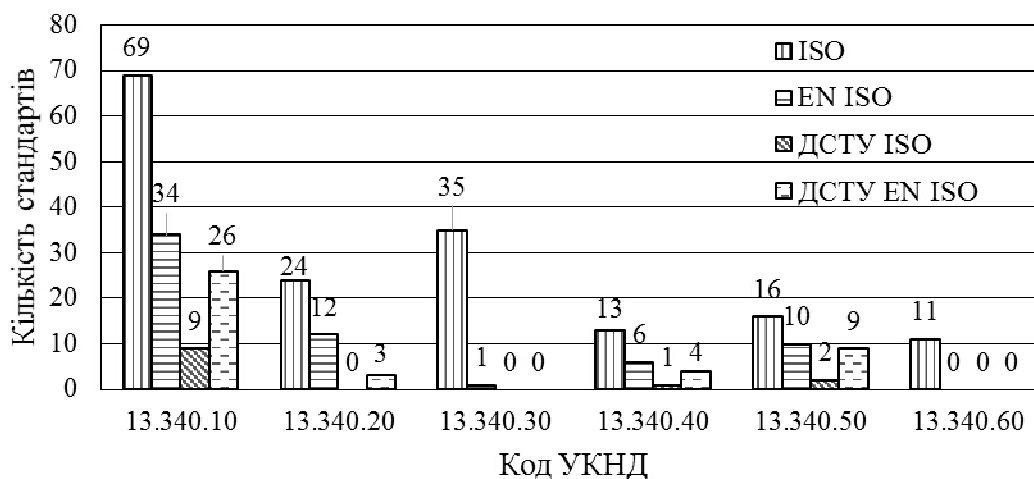


Рисунок 2 – Узагальнений стан прийняття міжнародних стандартів ISO на засоби індивідуального захисту

Загалом Європейським комітетом стандартизації за вказаною сферою прийнято 37,5 % міжнародних НД; рівень гармонізації стандартів в Україні – 32,2% НД, з них 77,8 % стандартів мають індекс ДСТУ EN ISO. Одночасно встановлено, що зі стандартів ДСТУ ISO – 16,7% потребують перегляду у зв'язку з виходом нових редакцій ISO; зі стандартів ДСТУ EN ISO – 28,5% прийнято «методом підтвердження». При цьому розбіг рівня прийняття міжнародних стандартів Україною та Європейським комітетом стандартизації складає від 3% до 70% за різними кодами.

Така неоднозначна картина прийняття міжнародних стандартів на засоби індивідуального захисту та чинний Технічний регламент [5], виконання вимог якого є пріоритетним завданням для України, спонукали до аналізу стану прийняття європейських стандартів за вказаною сферою.

Отримані дані свідчать про те, що загалом Європейським комітетом стандартизації прийнято 189 відповідних нормативних документів (окрім гармонізованих з міжнародними стандартами). Україною з них прийнято в якості національних 166 стандарти (майже 88%), причому за кодами 13.340.30 та 13.340.50 рівень прийняття становить 100%. Слід зазначити, що велика кількість з прийнятих європейських стандартів прийнято методом «підтвердження» – 74 НД (44,6%), а 23 НД (13,8%) потребують перегляду у зв'язку з виходом нової редакції стандартів EN.

Стандарти на нікель та його сплави позначаються кодами:

77.100 – Феросплави; 77.120.40 – Нікель, хром та їх сплави; 77.150.40 – Продукція з нікелю та хрому.

У межах міжнародної системи стандартизації функціонує Технічний комітет ISO/TC 155 «Нікель та нікелеві сплави», у складі Європейського комітету стандартизації – діє CEN/SS M14 «Нікель», на національному рівні – ТК 11 «Кольорові метали і сплави». Загалом ISO/TC 155 прийнято 30 стандартів.

За цією сферою діяльності Європейським комітетом стандартизації

прийнято 8 міжнародних НД (26,7%), при цьому 5 з них (62,5%) – модифіковані по відношенню до відповідних міжнародних стандартів (рис. 3).

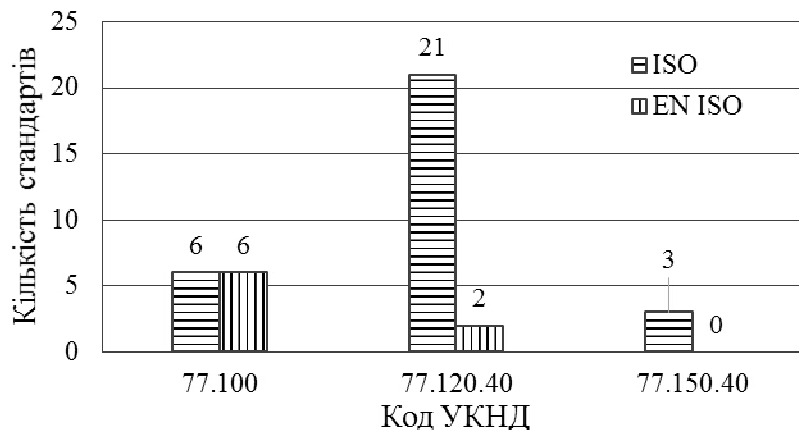


Рисунок 3 – Узагальнений стан прийняття міжнародних стандартів на нікель та його сплави

Слід зауважити, що Європейський комітет стандартизації взагалі за цією сферою діяльності не має власних розробок, а всі стандарти EN на нікель та його сплави – це аналогічні міжнародні документи, прийняті з різним ступенем відповідності (IDT, MOD, NEQ).

Що стосується України, виявилась вражаюча ситуація: за цією сферою у нашій країні з розвинутою металургійною промисловістю та масовим виготовленням виробів з легованих сталей в якості національних не прийнятий жоден міжнародний стандарт, а підприємства до наявного часу користуються ГОСТ або ТУ (або щонайбільше – національними технічними умовами ТУ У).

Висновки

Таким чином, використання представлених підходів дозволяє виявляти перспективні шляхи для розбудови національної системи стандартизації та ефективного подальшого функціонування України в організаціях світової та європейської спільноти.

Посилання

1. Должанський А.М. Системи менеджменту якості/ А. Должанський, Н. Мосьпан, І. Ломов, О. Максакова. – Дніпро: «Свідлер А.Л.», 2017. – 563 с.
2. Офіційний сайт міжнародної організації стандартизації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iso.org>.
3. Офіційний сайт Європейського комітету стандартизації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cen.eu>.
4. Офіційний сайт національного органу стандартизації України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uas.org/ua>.
5. Реєстр технічних регламентів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://csm.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=111&Itemid=66&lang=ru.

DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE IDEA FOR A NEW PRODUCT - SEMI-FINISHED RESTRUCTURED FROZEN MEAT PRODUCTS

*Assoc. Prof., Cand. Tech. Sc. O.B. Dromenko, Prof., Doc. Tech. Sc. M.O. Yancheva,
Assoc. Prof., Cand. Tech. Sc. V.A. Bolshakova,
Assoc. Prof., Cand. Tech. Sc. V.M. Onishchenko, Postgraduate A.T. Inzhiyants
Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine*

As a result of improving the nutrition structure for the population in the food market of Ukraine, there is a pronounced trend of increasing demand for new products [1]. In addition, solving the issues of rational use of raw meat, creation of resource-saving technologies, development of mass consumption products and expansion of its range is an important national task.

Global trends in the food industry development demonstrate that meat products, including frozen ones, are presented in a wide range and are in stable demand in the food market of Ukraine. Expansion of the trade network and restaurant enterprises, due to the ease of use and reduction of labor intensity of technological processes, is an additional factor in the formation of demand for semi-finished meat products within the business processes "Business to Consumer" (B2C) and "Business to Business", in particular in the segment of HoReCa (as a necessity to improve functional efficiency) [2].

Scientific and practical interest in the problem of structure formation in food systems is rather high. The world is conducting research in this area, resulting in the development of the structured food market. One of the promising areas of meat production, which has certain advantages over traditional ones, is the creation of restructured products' technologies, the advantage of which is the ability to reproduce the structure of whole raw materials, organoleptic properties of which are close to whole muscle meat products. The process of restructuring is the combination of separate pieces of meat of relatively small size (often depersonalized) into one monolithic, which when cut into slices will have a uniform shape and size [3].

The application of restructuring in the production of meat semi-finished products allows to regulate organoleptic and structural-mechanical properties of products, to involve in the production of low-grade raw materials with low functional and technological properties, to expand the range, increase the yield and profitability [4].

It is known that concentration and condition of muscle proteins, surface area and condition, pressure, duration of contact, ambient temperature, ratio of muscle, fat and connective tissue, moisture content, the presence of additives influence the value of adhesive-cohesive interaction.

According to the generally accepted classification of adhesive interactions, meat products are classified as elastic-viscous-plastic bodies, in which the amount of adhesion depends mainly on the area of contact between the objects and characteristics of the connections between them (chemical and electrical connections, capillary force,

wedging pressure of a thin layer of liquid). The main component that ensures the adhesive-cohesive interaction of pieces of meat is muscle proteins [5].

The use of intensive methods of processing raw materials during salination (tendering, massaging, tumbling), causes partial destruction of cellular structures of muscle fibers, promotes the release of exudate on the surface of a piece of raw material. The intermolecular interaction of muscle proteins containing in the exudate, makes it possible to increase the amount of adhesion and ensure the "gluing" of small pieces of meat into a product possessing the texture of a monolithic product while increasing the contact surface of the pieces.

The process of restructure can be carried out due to excessive pressure of different levels, pressing pieces of meat regardless of their size into a compact mass in a limited amount and, thus, destroying natural structure of meat thus releasing exudate [6, 7].

In addition, it is possible to use other technological techniques aimed at obtaining a monolithic product (using vacuum, low temperatures, ultrasound, etc.).

It is possible to use food ingredients and additives modifying the properties of raw meat, in particular salts [8, 9], enzyme preparations [10, 11], binders (wheat flour, wheat gluten, methylcellulose, egg albumin, finely ground raw materials after heat treatment or protein fibers) [12, 13, 14].

However, the existing production technologies for restructured semi-finished products require additional specialized equipment; do not solve all the existing problems to the full. There is no comprehensive research concerning the creation of scientifically substantiated resource-saving technologies for their production. Therefore, there is a necessity to create new scientifically sound technological solutions.

It is determined that during the development of new products, it is necessary to consider the following requirements:

- satisfaction of the needs of broad layers of population with the account of their psycho-geographical, behavioral and other characteristics;
- creation of a wide range of meat products with high nutritional and biological value;
- ensuring the stability of quality and safety indicators during the regulatory period of storage;
- high consumer properties of products, their naturalness and safety;
- use of low-grade raw materials with low functional and technological properties;
- use of traditional technological equipment that will ensure stability of the technological process;
- introduction of organizational and technological principles of production according to the assigned tasks.

The conducted analytical investigations became a precondition for determining the innovative idea of a new product – semi-finished restructured frozen meat products, the characteristics of which are presented in individual indicators in Table. 1.

Table 1 An innovative idea for a new product - semi-finished restructured frozen meat products

Parameters	Characteristics
Concept of the product	Technological process of production is resource saving, and allows involving in production low-grade raw materials with low functional and technological properties. Semi-finished products differ in high stability during storage (not less than 30 days), constant indicators of quality and safety of finished goods are provided, have reasonable price for consumers.
Organoleptic qualities	Semi-finished products are characterized by a preset geometric shape and size, color - red of varying intensity, taste and smell - typical of good quality meat, in the finished form - juicy
Assortment	It is formed by giving semi-finished products certain shapes and sizes, use of spices, condiments, breading
Users segment	B2B (HoReCa, food outlets in educational institutions, industrial enterprises, concentrated contingents, including the military), B2C (broad sections of the population through wholesale and retail business)
Competitive preferences	New consumer properties, increase of the competitiveness of finished products and profitability of meat industry enterprises, deepening of intersectoral cooperation "meat industry – restaurants", reducing the duration of cooking, and complexity of the technological process (especially relevant in the HoReCa segment with a reduced technological cycle)

The received meat product through the restructuring process will increase the profitability of meat products and expand their range by manufacturing products identical to whole muscle pieces of meat and meat products.

According to the analytical review of information sources and innovative design, it is predicted that the manufacture of new products can be achieved through the combined use of complex additives and low temperatures, which will form the required impermeability, affect the adhesion properties of muscle proteins. If the behavior of these influences in the meat systems is predicted, the restructuring process can be controlled, and the newly formed system will be adjusted according to their influence on the formation of functional and technological properties and the composition of individual elements.

According to the analysis of the transformations that occur in meat systems during the restructuring, it is determined that food ingredients and mixtures primarily meet technological requirements based on them, which modify adhesive-cohesive properties of lump meat to create an integrated product, which can be cut into slices followed by heat treatment. Therefore, the criteria for their selection were developed, namely:

- influence on muscle tissue proteins (partial destruction of cellular structures of muscle fibers, the presence of exudate or "gluing" layers on the surface of the piece of raw material);

- ease of use - insignificant duration of the preparatory stage, low content regulations during their use due to the implementation of functional and technological properties and synergistic effect, the possibility of homogeneous distribution in the system using traditional equipment, neutral odor, taste and color);

- economic indicators - low production cost, reduction of the technological cycle and reduction of labor intensity of the technological process.

Based on the above, scientific and technological tasks that need to be solved, are formulated:

- study of the course of physical, physicochemical, thermo-physical processes during the process of restructuring;

- substantiation of the composition and technological parameters of getting mixtures that affect the adhesion and cohesion processes of raw meat;

- determination of regularities concerning the change of functional-technological, structural-mechanical, thermo-physical, microstructural characteristics, state of moisture of meat systems with use of the developed mixes and during freezing or thawing;

- substantiation of the parameters of the technological process of obtaining the final (target) product - semi-finished restructured frozen meat;

- formation of the new product key technical and technological characteristics;

- qualitative and quantitative assessment of innovations implemented in a new product technology.

References

1. Olabodi, O. V. (Ed.) (2018). *Miasna promyslovist: tradytsii ta innovatsii. Vitchyznianyi ta svitovyi dosvid: naukovu-dopomizhnyi bibliohrafichnyi pokazhchyk dvoma movamy 2010-2018 rr.* Kyiv: Nats. un-t kharch. tekhnolohii, Nauk.-tekhn. b-ka [in Ukrainian].
2. Bolshakova, V. A., Dromenko, O. B., Onyshchenko, V. M., Yancheva, M. O. (2018). Udoshkonalennia retsepturnoho skladu posichenykh napivfabrykativ iz miasa pytysi (nahetsiv). *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli.* 2: 56-67 [in Ukrainian].
3. Efremova, A. S., Basov, V. O., Pismenskaya, V. N., Zabashta, A. G. (2009). Osobennosti proizvodstva restrukturirovannykh myasnykh produktov. *Myasnyie tekhnologii.* 1: 43-46 [in Russian].
4. Sun, X. D. (2009). Utilization of restructuring technology in the production of meat products: a review. *CyTA – Journal of Food.* 7(2): 153-162.
5. Zharinov, A. I. (1994). *Osnovy sovremennykh tekhnologiy pererabotki myasa. Ch. 1. Emulgirovannyye i gruboizmelchennyye myasoprodukty.* Moscow: ITAR-TASS. [in Russian].
6. Cherevko, O. I., Maiak, O. A., Harbuzova, O. S. (2011). Ekstruziia yak protses restrukturuвання miasnykh produktiv. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli.* 2: 128-133 [in Ukrainian].

7. Milford A. Hanna, Aristippos Gennadios, Roger W. Mandigo (2007). Restructuring of pork meat in a twin-screw extruder. *Journal of Food Processing and Preservation*. 20(5): 391-402.
8. Melihova, T. A. (2014). Razrabotka tehnologii restrukturirovannogo produkta iz baraninyi. *Vse o myase*. 3: 36-39 [in Russian].
9. Basov, V. O., Fomina, O. V. (2019). Razrabotka tehnologii restrukturirovannogo produkta iz myasa ptitsyi s ispolzovaniem mnogokomponentnyih rassolov. *Enigma*. 1(10-1): 581-584 [in Russian].
10. Polyatinchuk, V. V., Patshina, M. V. (2019). Biomodifikatsiya svoystv kurinyih zheludkov v tehnologii restrukturirovannyih vetchin. *Nizkotemperaturnye i pischevyie tehnologii v XXI veke: IX Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya, November 13-15, 2019*. Sankt-Peterburg: Universitet ITMO [in Russian].
11. Dzhamakeeva, A. D., Baboshkin, V. S. (2016). Razrabotka novyih vidov myasnyih delikatesnyih i restrukturirovannyih produktov s primeneniem enzima transgyutaminazyi. *Pischa. Ekologiya. Kachestvo: Trudyi XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, March 18-19, 2016*. Krasnoyarsk: Krasnoyarskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet [in Russian].
12. Baugreet, S., et al. (2018). Physicochemical characteristics of protein-enriched restructured beef steaks with phosphates, transglutaminase, and elasticised package forming. *Journal of Food Quality*. Retrieved from <https://doi.org/10.1155/2018/4737602>
13. Megard, D., Kitabatake, N., Cheftel, J. C. (1985). Continuous restructuring of mechanically deboned chicken meat by HTST extrusion-cooking. *Journal of Food Science*. 50(5): 1364-1369.
14. Baugreet, S., et al. (2018). Optimisation of plant protein and transglutaminase content in novel beef restructured steaks for older adults by central composite design. *Meat science*. 142: 65-77.

ПОЛУЧЕНИЕ ГАЗАРОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ БРОНЗ

*Аспирант В.С. Жданов, проф., докт. техн. наук В.Ю. Карпов
Национальная металлургическая академия Украины
г. Днепр, Украина*

Все более высокие требования к оборудованию в промышленности предъявляет повышенные требования ко многим узлам и деталям. К таким узлам относятся подшипники скольжения.

Преимущества подшипников скольжения:

- малые радиальные габариты;
- стойкость к ударам, вибрациям;
- повышенная работоспособность на больших скоростях;

- возможность выдерживать значительные нагрузки;
- простота изготовления;
- точность установки вала;
- для некоторых пар трения (капролон, зеламид, фторопласт со сталью) возможна работа без смазки;

Практически все требования к этим подшипникам достаточно точно соблюдаются и регулируются, но вопрос о его качественной смазке для снижения коэффициента трения практически всегда остается открытым. Поэтому интенсивный отвод тепла от локальных зон, которых происходит граничное или полусухое трение с выделением тепла, является одним из основных требований для работы подшипников скольжения. Многочисленные виды конструкций внутренней поверхности подшипников с различными подводящими канавками и проточками улучшают качество смазки, но возникновение «сухих» зон не исключается, особенно при длительных сроках эксплуатации, сгущении и загрязнении масла (рис. 1).

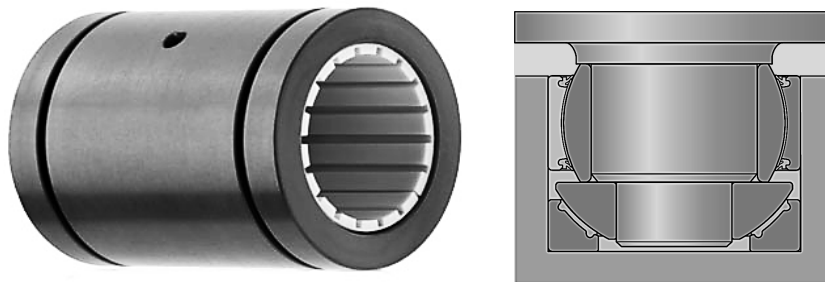


Рис. 1. Вид внутренней поверхности подшипника скольжения

Одним из вариантов снизить вероятность их возникновения, а в некоторых случаях и полностью исключить является использование новых пористых материалов – газаров [1, 2]. Газары образуются в результате прохождения особой газозвтектической реакции. Пересыщенный газом расплав металла при кристаллизации распадается на металл и газ, который образует упорядоченную структуру. Как правило образующиеся поры направлены вдоль направления теплоотвода. Поскольку газ легко изменяет свой объем под действием давления, то этим можно пользоваться для изменения размеров пор. Размер пор можно изменять от нескольких микрон до сантиметров. Ранее широко проведенные исследования показали возможность получения этих материалов практически из всех чистых промышленных металлов и ряда их сплавов [3, 4]. Если рассматривать структуру газара, которая представляет собой практически сито из металла, то ясно, что зон, лишенных смазки в подшипниках, существовать не должно (рис. 2).

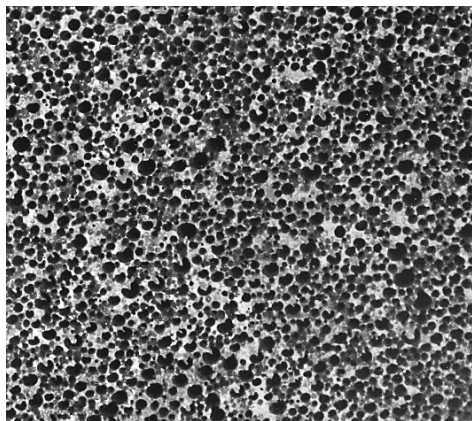


Рис. 2. Вид структуры газара с порами диаметром 50 мкм

В настоящее время для изготовления основы подшипника скольжения необходимы специальные износостойкие сплавы – бронзы определенных марок. Зачастую это сплавы, в которых, возможно, не будет формироваться необходимая пористая структура - прямые каналы достаточной длины и диаметра. В настоящее время, как правило, для подшипников используются алюминиевые бронзы типа БрА7, БрАЖ 9-4 и подобные им. Поэтому прежде всего необходимо выяснить возможность получения необходимой структуры газаров из этих сплавов.

Для первоначальных исследований был выбран сплав бронзы БрА9, который согласно диаграммы Cu-Al имеет практически фиксированную температуру плавления.

Эксперименты показали возможность получения необходимой структуры, но осталась необходимость определения основных параметров процесса для управления параметрами готового газара это: длина, диаметр и форма пор.

Эксперименты показали, что коническая форма пор более предпочтительна для изготовления подшипников скольжения. Эта форма пор образуется при определенном распределении участков охлаждения расплава (рис. 3).

Добавление дополнительных компонентов сплава (железо, марганец и т.д.) усложняют его диаграмму состояния и прогнозировать поведение сплава в процессе формирования его литой пористой структуры достаточно сложно. Поэтому основной задачей исследования стоит выяснение закономерностей формирования заданной структуры в одном из износостойких сплавов бронзы БрАЖ 9-4 как наиболее близкого по химическому составу к бронзе БрА9. Пробные эксперименты показали возможность этого процесса (рис. 3).

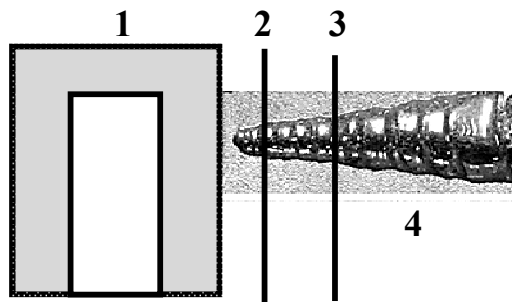


Рис. 3. Схема формирования конической поры в отливке образца из бронзы БрАЖ 9-4:

1 – холодильник, 2 и 3 – положение стенки подшипника, 4 – вид растущей конической поры

Выводы

1. Рассмотрены конструкции и преимущества эксплуатации наиболее перспективных современных подшипников скольжения.

2. Выяснена принципиальная возможность получения газаров из износоустойчивой бронзы БрА9 и БрАЖ 9-4 с близкими к заданным параметрам структурой.

3. Выяснена необходимость формирования конической формы пор для обеспечения качественной смазки в зоне трения, поскольку цилиндрические часто не обладают необходимой длиной и проницаемостью.

Ссылки

1. Карпов В. Ю. Фізико-механічні властивості газарів. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2007. № 5. С. 137–141.
2. Шаповалов В. И. Легирование водородом. Днепропетровск : Журфонд, 2013. 385 с.
3. Komissarchuk Olga, Xu Zhengbin, Hao Xai, Vladimir Karpov. Pore structure and mechanical properties of directionally solidified porous aluminum alloys. *China foundry*. 2014. Vol. 11, № 1. P. 1 – 7.
4. Three-dimensional numerical simulation and experimental studies of pure aluminum and aluminum alloys during gasar process/ Komissarchuk Olga, Mouhamadou Diop, Hai Hao, Xinglu Zhang, Vladimir Karpov, Mario Fafard. *Journal of Porous Media*. 2017, Vol. 20, № 1. P. 47–65.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МАРТЕНСИТНО-СТАРІЮЧОЇ СТАЛІ H13K11M6V6TiOS З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ РЕНТГЕНОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ст. викл. Т.О. Зайцева

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

Відносно новий клас сталей з інтерметалідним зміцненням – високоміцні мартенситно-старіючі сталі (МСС) – здобули широку відомість головним чином завдяки унікальному сполученню механічних властивостей та технологічності. Однак, незважаючи на всі переваги, використання МСС у різних галузях промисловості на сьогодні лімітовано. Обумовлено це тим, що досі недостатньо вивчені питання, пов'язані з розробкою оптимальної технології промислової виплавки, кування, прокатки та термічної обробки цього класу сталей.

Не розв'язано також низку проблем металографічного характеру, що виникли з появою цих високоміцних конструкційних матеріалів: у деякій ступені “чорним ящиком” для дослідників залишається безвуглецевий мартенсит (вихідний матеріал), а також процеси, що відбуваються при старінні МСС – своєрідних за своїм хімічним складом сплавів з ОЦК ґраткою. В цих напрямках необхідно накопичення експериментальних даних.

Крім того, аналіз літературних джерел показує, що результати досліджень багатьох експлуатаційних властивостей МСС у переважній більшості були отримані за допомогою методів електронної мікроскопії, металографічного аналізу, механічних випробувань.

Наукових праць, присвячених рентгенографічному дослідженню МСС, не так вже й багато. З цих причин в задачі цієї роботи входило дослідити процеси, що відбуваються при термічній обробці МСС, з використанням методів рентгеноструктурного аналізу. Адже ці сучасні методи дослідження дозволяють визначити структурно-фазовий склад матеріалів після різних технологій їх отримання та обробки; вивчити зміни в параметрах кристалічної ґратки твердого розчину, обумовлені його розпадом; визначити рівень мікровикривлень кристалічної ґратки та щільність дислокацій після різних видів термічної та деформаційної обробок, а також схем їх сполучення і т.д.

Матеріал і методика дослідження. За об'єкт дослідження була обрана експериментальна марка мартенситно-старіючої сталі Н13К11М6В6ТЮС, термічну обробку якої проводили за схемою: гартування (нагрів до 1100 °С, витримка 20 – 25 хвилин, охолодження в маслі), обробка холодом (рідкий азот, – 73 °С), старіння (400...700 °С, витримка – дві години).

Зйомку зразків сталі Н13К11М6В6ТЮС проводили на дифрактометрі ДРОН–2,0 у випромінюванні залізного анода. Визначали параметр кристалічної ґратки мартенситу, елементи тонкої структури та щільність дислокацій.

Паралельно з цим враховували також зміну твердості як показника міцності сталі Н13К11М6В6ТЮС після старіння.

Результати дослідження. Результати досліджень наведені у вигляді графіків залежностей мікрореформацій (ϵ), щільності дислокацій (ρ), параметра кристалічної ґратки (a) мартенситу та твердості (HRC) від температури старіння.

Зміна фізичного розширення дифракційних ліній β_{110} і β_{220} в процесі старіння сталі Н13К11М6В6ТЮС показана на рис. 1.

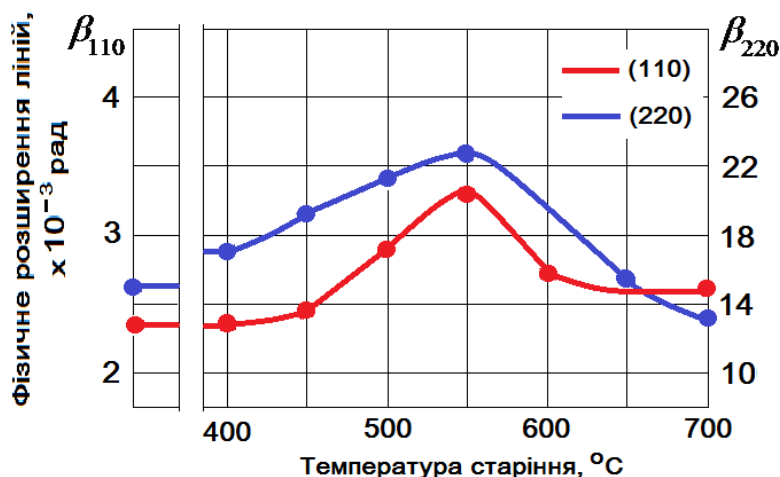


Рисунок 1 – Зміна фізичного розширення ліній (110) та (220) сталі Н13К11М6В6ТЮС при старінні

Для ліній (110) та (220) характерним є збільшення ширини ліній твердого розчину в результаті виділення зміцнювальних фаз при старінні. Це можна пояснити тим, що максимум дифузійного розсіювання від кристалів,

що містять корегентні частинки, практично визначає ширину вимірюваної лінії.

Примітно, що максимальні значення розширення ліній (110) і (220) – $23,60 \cdot 10^{-3}$ рад та $3,24 \cdot 10^{-3}$ рад, відповідно – спостерігаються при температурі старіння приблизно 550°C . Зі збільшенням температури старіння значення розширень ліній (110) та (220) зменшуються, досягаючи мінімальних значень: $13,60 \cdot 10^{-3}$ рад та $2,65 \cdot 10^{-3}$ рад, відповідно. Для одержання більш чітких і конкретних результатів дослідження доцільно було б вивчити зміну β_{110} та β_{220} та інших характеристик зразків, як у вихідному (загартованому) стані, так і після старіння в інтервалі температур $100 \dots 400^\circ\text{C}$ (з кроком 50°C).

Раніше в роботах [1, 2] було показано, що кристалічні ґратки загартованого безвуглецевого мартенситу практично не мають тетрагональності ($c/a < 1,004$), тому ширина ліній МСС визначається структурними елементами – величиною мікровикривлень, щільністю дислокацій та розміром блоків.

Відомо, що кінетика зміни механічних і фізичних властивостей МСС у процесі старіння характеризується багатостадійністю [3]. На першій стадії старіння ($300 - 420^\circ\text{C}$) у більшості сталей відзначається висока швидкість зміни властивостей.

Слід зазначити, що перша стадія протікає в надзвичайно короткі проміжки часу, вимірювані секундами. При збільшенні тривалості витримки спостерігається друга стадія старіння ($520 - 500^\circ\text{C}$), також порівняно коротка (вимірювана хвилинами), на якій зміцнення гальмується. На третій стадії старіння ($500 - 550^\circ\text{C}$) знову зростає швидкість зміни механічних і фізичних властивостей (твердості, границі пружності, плинності та ін.). На думку автора [3], зміна властивостей на першій та другій стадіях старіння в значній мірі контролюється процесами перерозподілу атомів. Висока швидкість зміцнення на першій стадії може бути обумовлена і деформаційним старінням, і самостійним впливом сегрегацій атомів заміщення. Різке зниження швидкості зміцнення на другій стадії автор [3] пояснює зміною механізму зміцнення.

Як відомо, зміцнення МСС досягається в два етапи: одержання мартенситної структури в результаті зсувного механізму $\gamma \rightarrow \alpha$ перетворення та наступного відпуску (старіння) мартенситу.

Матриця МСС після гартування з γ -області являє собою α -твердий розчин, пересичений елементами заміщення (так званий мартенсит заміщення), отриманий в результаті протікання поліморфного перетворення за бездифузійним механізмом. Розпад такого твердого розчину при старінні приводить до виділення інтерметалідних фаз, що дозволяє на $50 - 100\%$ підвищити характеристики міцності сталей [4, 5].

Літературні джерела наводять різні дані про склад зміцнювальних фаз, які виділяються при старінні МСС. При цьому їх поділяють на дві групи [6 – 8]:

– частинки, що виділяються з аустеніту, – карбіди, нітриди та інтерметаліди типу Ni_3Ti , NiAl або $\text{Ni}_3(\text{Ti}, \text{Al})$;

– частинки, що виділяються з мартенситу, – інтерметаліди типу $\sigma\text{-FeTi}$, $(\text{Ni}, \text{Fe})\text{Al}$, $(\text{Ni}, \text{Fe})\text{Ti}$, Ni_3Ti , $\text{Ni}_3(\text{Ti}, \text{Al})$, фази Лавеса різного складу (Fe_2Mo та інші), сполуки типу Fe_3Si , $\theta\text{-NiMn}$, ε -фаза.

Виділення інтерметалідних фаз різного складу (в залежності від системи легування) при старінні МСС приводить до виникнення напружень внаслідок невідповідності кристалічних ґраток матриці та зміцнювальних фаз. Останні забезпечують напруження різного рівня, що визначається відмінністю в розмірах атомів елементів, які входять до складу інтерметалідів. Участь в утворенні частинок зміцнювальних фаз може брати будь-який елемент, присутній в МСС.

Аналіз структурних характеристик основних легуючих елементів, які входять до складу сталі H13K11M6B6TiOS , показує, що для більшості з них (крім алюмінію) характерна висока температура плавлення – вище 1400°C ($\text{Fe} - 1535^\circ\text{C}$; $\text{Ni} - 1455^\circ\text{C}$; $\text{Co} - 1480^\circ\text{C}$; $\text{Mo} - 2620^\circ\text{C}$; $\text{W} - 3370^\circ\text{C}$; $\text{Ti} - 1668^\circ\text{C}$).

Істотно розрізняються також атомні радіуси елементів. Їх чисельні значення можна розділити на три групи: $\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Co} - (1,24 - 1,26) \cdot 10^{-10} \text{ м}$; $\text{Mo}, \text{W} - (1,32 - 1,37) \cdot 10^{-10} \text{ м}$; $\text{Al}, \text{Ti} - (1,43 - 1,47) \cdot 10^{-10} \text{ м}$.

Отже найбільш високий рівень мікрівикривлень кристалічних ґраток при старінні сталі H13K11M6B6TiOS будуть викликати зміцнювальні фази, до складу яких входить Al та Ti . Інтерметалідні фази, що містять атоми Mo , Si та W , будуть створювати менші мікрівикривлення, тому що їхні основні елементи мають менші радіуси, ніж радіуси Ni , Co , Ti та Al .

Сказане вище узгоджується з характером зміни щільності дислокацій та мікрореформацій сталі H13K11M6B6TiOS (рис. 2).

Старіння зразків в інтервалі температур $400\text{--}550^\circ\text{C}$ супроводжується збільшенням щільності дислокацій ρ та мікрореформацій e , що свідчить про зміцнення сталі. Максимальні значення ρ ($4,46 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$) та e ($1,81 \cdot 10^{-3}$) у досліджуваній сталі відповідають температурі старіння 550°C . При подальшому підвищенні температури фіксується зниження значень щільності дислокацій та мікрореформацій.

Дані про зміну твердості сталі H13K11M6B6TiOS наведені

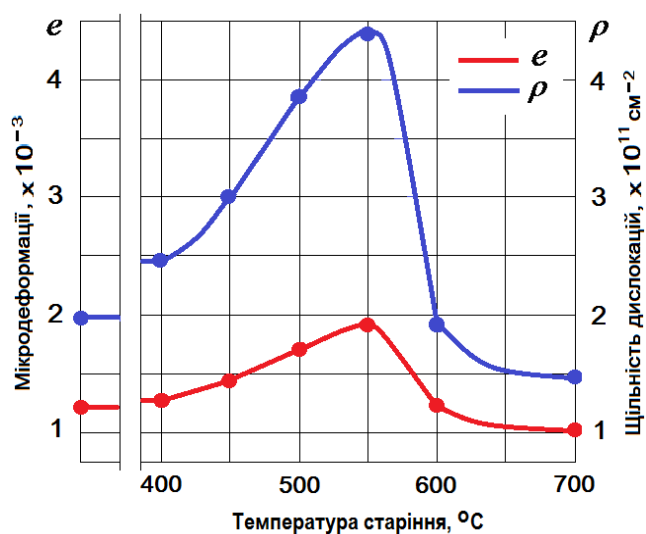


Рисунок 2 – Зміна мікрореформацій та щільності дислокацій при старінні сталі H13K11M6B6TiOS

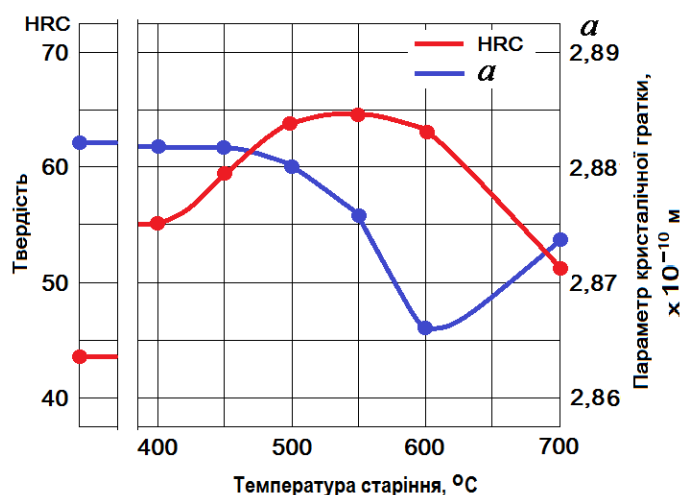


Рисунок 3 – Зміна твердості та параметра кристалічної ґратки при старінні сталі H13K11M6B6TiO₂

інтервалі температур у порівнянні з загартованим станом (43 HRC) складає 21 одиницю.

Враховуючи сказане вище, можна відмітити, що в інтервалі температур старіння 400 – 550 °C знаходяться максимальні значення таких характеристик міцності, як мікродеформації ϵ , твердість HRC та щільність дислокацій ρ . Таким чином, температура старіння (550 ± 10) °C є найбільш оптимальною для одержання в результаті гартування та наступного старіння задовільного зміцнення сталі H13K11M6B6TiO₂.

Нажаль, методами рентгеноструктурного аналізу не завжди вдається виявити присутність другої фази, оскільки інтерметаліди, що виділяються при старінні, дуже дисперсні. Помітити більш ранні стадії розпаду пересиченого твердого розчину дозволяють спостереження за зміною параметра кристалічної ґратки (a) мартенситу. Ця характеристика, на думку авторів [9, 10], є більш інформативною, ніж звичайні методи рентгенівського фазового аналізу, оскільки безпосередньо пов'язана з вмістом у твердому розчині того або іншого легуючого елемента. Результати розрахунку параметра ґратки мартенситу сталі H13K11M6B6TiO₂ (див. рис. 3) свідчать про те, що зниження значень a відбувається в інтервалі температур старіння 500 – 600 °C. Мінімальне значення параметра кристалічної ґратки ($2,8659 \cdot 10^{-10}$ м) відповідає температурі старіння 600 °C. Надалі, по мірі збільшення температури від 600 до 700 °C відбувається зростання значень a . Такий характер зміни a пояснюють появою γ -фази (початок зворотного $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворення) та, з урахуванням більшої розчинності легуючих елементів в ГЦК ґратці, розчиненням деяких інтерметалідів, що виділилися в пересиченому розчині з ОЦК ґраткою.

За наведеними вище результатами досліджень процесів, що відбуваються при термічній обробці сталі H13K11M6B6TiO₂, можна

на рис. 3. Після старіння зразків в інтервалі температур 400 – 550 °C з витримкою протягом двох годин твердість мартенситу збільшується, досягаючи максимальної величини (64 HRC) при 550 °C. Нагрівання до більш високих температур старіння приводить до зниження твердості: після старіння при 600, 650 та 700 °C її значення відповідно складають 60, 59 та 52 HRC. Таким чином, ефект підвищення твердості Δ HRC після старіння в зазначеному

говорити про те, що найкращі характеристики зміцнення досліджуваної сталі забезпечує старіння при температурі $(550 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

Висновки. З використанням методів рентгеноструктурного аналізу визначено оптимальний режим термічної обробки, що забезпечує високі характеристики міцності сталі H13K11M6B6TiO: гартування від температури $1100 ^\circ\text{C}$ з охолодженням в маслі + обробка холодом при температурі мінус $73 ^\circ\text{C}$ + старіння при $550 ^\circ\text{C}$ з витримкою протягом двох годин.

Для підвищення характеристик міцності сталі H13K11M6B6TiO після гартування проводиться обробка холодом (до старіння), що приводить до поновлення розпаду залишкового аустеніту в сталі та, як наслідок, до підвищення твердості виробів, стабілізації їх розмірів, позитивному об'ємному ефекту. Оскільки для сталі H13K11M6B6TiO температура точки кінця мартенситного перетворення є нижче кімнатної, то обробка холодом для цієї сталі по суті є продовженням гартування.

Отримані результати можуть бути використані при аналізі структурних перетворень, що відбуваються в легованих сталях при гартуванні та відпуску (старінні), виборі раціональних режимів термічної обробки, а також обробки холодом.

Посилання

1. Келли А., Николсон Р. Дисперсное твердение. М.: Мир, 1968. 298 с.
2. Скаков Ю. А. Процессы старения в сплавах. М.: Машиностроение, 1972. 34 с.
3. Варли К. В., Даржаев В. Р., Скаков Ю. А. Влияние пластической деформации на распад пересыщенного твердого раствора. *Известия вузов. Черная металлургия*. 1974. № 3. С. 143–145.
4. Бирман С. Р. Экономнолегированные мартенситно-стареющие стали. М.: Металлургия, 1970. 224 с.
5. Перкас М. Д. Структура, свойства и области применения высокопрочных мартенситно-стареющих сталей. *Металловедение и термическая обработка металлов*. 1985. № 5. С. 23–33.
6. Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г. Специальные стали: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МИСИС, 1999. 408 с.
7. Бодяко М. Н., Астапчик С. А., Ярошевич Г. Б. Мартенситно-стареющие стали. М.: Наука и техника, 1976. 248 с.
8. Лазько В. Е. Закономерности изменения прочности мартенситно-стареющих сталей при комплексном легировании кобальтом, никелем и молибденом. *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2001. № 2. С. 25–28.
9. Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учебное пособие для вузов. 4-е изд., доп. и перераб. М.: МИСИС, 2002. 360 с.
10. Лобода П. І., Карасевська О. П., Троснікова І. Ю. Рентгеноструктурний аналіз матеріалів у дисперсному стані: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 140 с.

RESEARCH OF CONSTRUCTIVE AND GEOMETRICAL PARAMETERS OF THE SPATIAL MECHANISM OF THE PART-PROCESSING MACHINE

Assoc. Prof., Ph.D. M.G. Zalyubovskiy

*Open International University of Human Development "Ukraine",
Kyiv, Ukraine*

Prof., Doctor of Sciences I.V. Panasyuk

Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, Ukraine

The baseline design of a Willy A. Bachofen (WAB) machine with complex spatial motion of the working barrel for mixing free-flowing fine substances was for the first time presented in Moscow in 1966 [1].

Structurally, the machine with complex motion of the working barrel of the baseline design is a six-link mechanism [2] with turning kinematic pairs. During operation of the mechanism, even insignificant deformation of one link can cause its seizure and thus, failure. Moreover, parts need to be manufactured with extra accuracy. Because of this, the cost price of such equipment increases substantially and its service life reduces. There are many examples [3] of elimination of redundancies in various linkage mechanisms, this problem being still relevant nowadays.

Consider the baseline design of the machine with complex spatial motion of the working barrel [4]. Its model and the kinematic chain of the spatial mechanism of the machine is shown in Fig. 1.

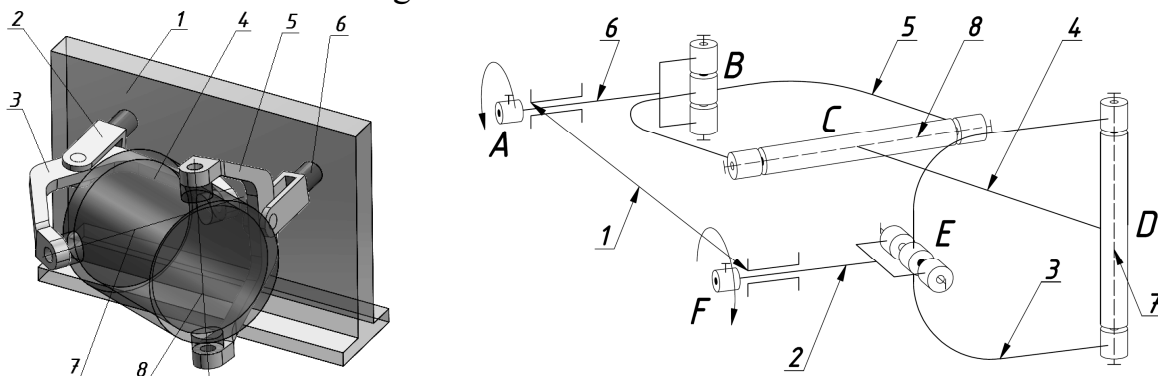


Figure 1. Model and the kinematic chain of the spatial mechanism of the machine

The machine has bed 1, driving shaft 2 and driven shaft 6 that are installed in parallel in one plane in the bed and joined with a double spatial hinge. It has driving yoke 3, driven yoke 5, and working barrel 4 fixed between the yokes on diametrically mutually perpendicular geometrical axes 7 and 8, respectively. The moving links of the machine form a spatial six-link mechanism with turning kinematic pairs, which is a closed kinematic chain $AYCDEF$, the axes A and F being parallel, and the axes A and Y , Y and C , C and D , D and E , E and F being perpendicular. Owing to this arrangement of kinematic pairs, the working body (link 4) undergoes complex spatial motion.

According to the of Somov–Malyshev formula [5] used to determine the degree of freedom of a mechanism without passive (redundant) constraints, the degree of freedom of the mechanism is equal to zero:

$$W = 6n - \sum_{s=1}^{s=5} (6-s)p_s = 0, \quad (1)$$

where n is the number of moving links (five links: driving shaft 1 and driven shaft 6, driving yoke 3 and driven yoke 5, working barrel 4); p_s is the number of moving kinematic pairs of s -class (six kinematic pairs of the 5th class: A, Y, C, D, E, F).

The shortcomings of spatial mechanisms with redundant constraints are listed in the introduction. The redundant constraint can be removed by two methods: by introducing an additional movable link into the kinematic chain of the mechanism or by replacing one of the turning kinematic pairs with one degree of freedom with a kinematic pair with two degrees of freedom.

Let us consider the first method. We developed two mechanisms of a machine with an additional movable link [6] that represents the second working barrel. A model of the machine with two working barrels connected by a sliding kinematic pair and the kinematic chain of this spatial mechanism is shown in Fig. 2.

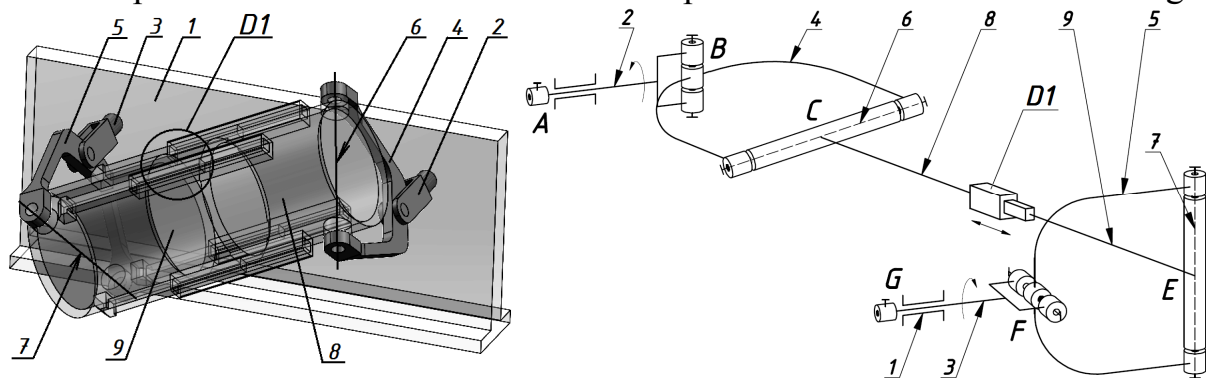


Figure 2. A model of the machine with two working barrels connected by a sliding kinematic pair and the kinematic chain of this spatial mechanism

The machine have bed 1, driving shaft 2 and driven shaft 3 installed in parallel in one plane in the bed. Driving shaft 2 and driven shaft 3 shaft are pin-joined by the second ends with driving yoke 4 and driven yoke 5, respectively, whose diametrically mutually perpendicular geometrical axes 6 and 7 are the axes of attachment of working barrels 8 and 9, respectively. Thus, unlike conventional spatial hinges, yokes 4 and 5 are perpendicularly to each other. Working barrels 8 and 9 are connected by a sliding kinematic pair $D1$.

During the operation of this mechanism where the distance between the geometrical axes of attachment of the yokes to the working barrels l_{WB} is much greater than the center distance of the driving (driven) yokes l_Y , the center distance l_0 between the driving and driven shafts being fixed, due to the sliding kinematic pair $D1$, the distance l_{WB} cyclically changes from the minimum l_{min} to the maximum l_{max} . The minimum distance l_{min} is achieved when the position of the moving links (Fig. 3) is such that one of the axes of attachment of the driving or driven yoke is

Technical drawing of a mechanical assembly, likely a lever or actuator mechanism. The drawing includes the following components and dimensions:

- Components:**
 - 1: Vertical support post on the left.
 - 2: Vertical support post on the right.
 - 3: Small vertical pin or stop on the left.
 - 4: Pivot point on the right.
 - 5: Horizontal pin or stop on the left.
 - 6: Horizontal pin or stop on the right.
 - 7: Pivot point on the left.
 - 8: Horizontal pin or stop on the right.
 - 9: Horizontal pin or stop on the left.
- Dimensions:**
 - l_o : Horizontal distance between the two vertical support posts.
 - l_B : Vertical distance from the base to the pivot point 7.
 - D_1 : Diameter of the circular component in the center.
 - l_T : Horizontal distance from the pivot point 7 to the center of the circular component.
 - l_{PE1} : Horizontal distance from the pivot point 7 to the pivot point 4.
 - l_{PE2} : Horizontal distance from the pivot point 7 to the pivot point 8.
 - l_{min} : Horizontal distance from the pivot point 7 to the pivot point 6.
 - l_B : Horizontal distance from the pivot point 7 to the pivot point 4.

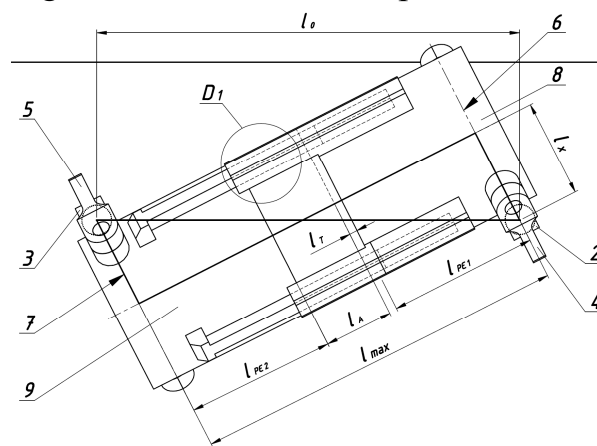


Figure 3. A model of the machine with two working barrels connected by a sliding kinematic pair and the kinematic chain of this spatial mechanism

In designing such a mechanism, the need arises to calculate the reciprocation amplitude of one working barrel relative to the other and to calculate the minimum and maximum distance between the geometrical axes of attachment of the yokes to the working barrels. In this connection, it is necessary to derive expressions for the basic geometrical parameters of the mechanism.

The analytic study and design of this mechanism should be started specifying initial data, namely, certain geometrical parameters selected depending on the size and number of processed parts and the type of operations performed with the equipment. Such initial data include the center distance l_Y between the driving and driven yokes, the lengths l_{WB1} and l_{WB2} of the working barrels from the axis of attachment with the yoke to the opposite end and the spacing l_T between the working barrels at l_{min} .

Consider the positions of the moving links corresponding to the minimum, l_{min} , and maximum, l_{max} , distances between the geometrical axes of attachment of the yokes to the working barrels shown in Fig. 3, respectively (the notation of the links in Fig. 3 coincide with the notation of the links in Fig. 5).

The distance l_{min} can be determined from the right-angled triangle in the horizontal projection of the machine (Fig. 7):

$$l_{\min} = \sqrt{l_0^2 + l_Y^2} - l_Y. \quad (2)$$

Considering the output geometrical parameters, we have

$$l_{\min} = l_{WB1} + l_{WB2}. \quad (3)$$

Let $l_{WB1} = l_{WB2}$; then expression (3) take the form

$$l_{\min} = 2l_{WB1}. \quad (4)$$

To prevent collisions of the working barrels in the position of the moving links at the minimum distance $l_{\min}$ between the geometrical axes of the yokes, it is necessary to provide a spacing l_T between the ends of these barrels. It is rational to

set l_T on the order of 10% of the length l_{WB1} . Let us write expression (4) with allowance for l_T :

$$l_{\min} = 2l_{WB1} + l_T. \quad (5)$$

Considering the right-angled triangle in the horizontal projection of the machine (Fig. 3), we write the expression for the center distance l_0 between the driving and driven shafts:

$$l_0 = \sqrt{(l_{\min} + l_Y)^2 - l_Y^2}. \quad (6)$$

Let us substitute Eq. (5) into (6):

$$l_0 = \sqrt{(2l_{WB1} + l_T + l_Y)^2 - l_Y^2}. \quad (7)$$

Considering the straight-angled triangle in the vertical projection of the machine (Fig. 8), we can write the expression for $l_{\max}$:

$$l_{\max} = \sqrt{l_0^2 - 4l_X^2}, \quad (8)$$

where l_X is the distance in the projection onto the vertical plane between the axis of rotation of the driving (driven) shaft and the axis of the working barrel.

To derive the expression for the distance l_X , in the position of the moving links shown in Fig. 3, we project the machine structure onto a plane parallel to the upper end of the working barrel.

The geometrical axes of attachment of the yokes are mutually perpendicular; the axis of the working barrel continued from the upper projection halves the right angle between the axes of the yokes. Thus, there is an isosceles straight-angled triangle with a hypotenuse l_Y and two legs l_X in the lower projection. The length l_X is defined by

$$l_X = l_B \cos 45^\circ. \quad (9)$$

Let us substitute expression (9) into (8):

$$l_{\max} = \sqrt{l_0^2 - 4(l_B \cos 45^\circ)^2}. \quad (10)$$

Let us substitute Eq. (7) into (10):

$$l_{\max} = \sqrt{(2l_{WB1} + l_T + l_Y)^2 - l_Y^2 - 4(l_B \cos 45^\circ)^2}. \quad (11)$$

Let us write the expression for the reciprocation amplitude l_A of the working barrels relative to each other:

$$l_A = l_{\max} - l_{\min}. \quad (12)$$

Let us substitute expressions (11) and (5) into (12):

$$l_A = \sqrt{(2l_{WB1} + l_T + l_Y)^2 - l_Y^2 - 4(l_Y \cos 45^\circ)^2} - 2l_{WB1} - l_T. \quad (13)$$

With (2) and (10), expression (13) becomes

$$l_A = \sqrt{l_0^2 - 4(l_Y \cos 45^\circ)^2} - \sqrt{l_0^2 + l_Y^2} + l_Y. \quad (14)$$

Thus, we have derived the expressions for the basic geometrical parameters of the mechanism of the machine with two working barrels connected by a sliding kinematic pair. Based on Eqs. (13) and (14), depending on the initial data, it is possible to determine the reciprocation amplitude of the working barrels.

Conclusions. One option of removing the redundant constraint in the spatial mechanism of the part-processing machine have been presented. Seven-link spatial mechanism without redundant constraint have been designed and studied analytically. The expressions for the basic link length ratios ensuring failure-free functioning of the machines have been derived.

The developed machines with two working barrels allow substantial improvement of the efficiency of part processing because one machine is capable to perform two different tumble finishing operations simultaneously or to process two batches of different parts simultaneously. The results obtained provide a basis for further studies of hinged spatial mechanisms with redundant constraints.

References

1. Решетов Л.Н. Конструирование рациональных механизмов. – Москва: Машиностроение, 1972. – 256 с.
2. Zaliubovskiy M. G. Synthesis and research of the tumbling machine spatial mechanism / M. G. Zaliubovskiy, I. V. Panasiuk, Yu. I. Smirnov, V. V. Malyshev // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, – 2020. – 178, issue 4, 69-75.
3. Кожевников С.Н. Основания структурного синтеза механизмов. – Киев: Наук. думка, 1979. – 232 с.
4. Zalyubovskii M. G. On the study of the basic design parameters of a seven-link Spatial mechanism of a part processing machine / M.G. Zalyubovskii, I.V. Panasyuk // *Intern. Applied Mech.*, 56, issue 1, April 2020, 54 – 64.
5. Артоболевский И.И. Теория машин и механизмов. – Москва: Наука, 1988. – 640 с.
6. Патент №126647, МПК B01F 11/00 (2018.01). Машина для обработки деталей / Залюбовський М.Г., Панасюк І.В., заявник та патентовласник Київський національний університет технологій та дизайну – №u201801469; заяв. 15.02.2018, опубл. 25.06.2018, бюл. № 12.

КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ БРОНЗОВИХ ВИРОБІВ

*Ст. викладач Т.В. Кімстач, проф., докт. техн. наук К.І. Узлов,
доц., канд. техн. наук Р.В. Усенко*

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

Доц., канд. техн. наук Л.І. Солоненко

Державний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна

В даний час все більш широке застосування в різних галузях промисловості знаходять сплави на основі міді. Це пояснюється поєднанням високої корозійної стійкості таких сплавів в різних середовищах з високими ливарними властивостями, здатністю до пластичної деформації, високої

електро- і теплопровідності, тощо. У зв'язку з цим певний науковий і практичний інтерес представляє визначення базових положень які забезпечують бронзам потрібний рівень корозійної стійкості в середовищах різних складів (при різних умовах експлуатації).

Найбільш поширеним видом руйнування металів і сплавів є атмосферна корозія, швидкість якої залежить від хімічної активності домішок, які є присутніми в повітрі. Зокрема, швидкість корозії бронз з вмістом Sn до 8 % в повітрі сільської місцевості дорівнює 0,00015 ... 0,0008 мм / рік, в морській атмосфері – 0,0001 ... 0,0002 мм / рік, міський атмосфері промислових районів – 0,0015 ... 0,0018 мм / рік [1,2].

На відміну від олов'яних бронз, алюмінієві бронзи мають більш високу стійкість до атмосферної корозії. Наприклад, швидкість корозії бронзи БрА7 в промисловій атмосфері становить 4,4 мкм / рік, в морській – 3,6 мкм / рік і в атмосфері сільської місцевості – 2,1 мкм / рік [3]. Додавання в алюмінієві бронзи Ni або Mn дещо підвищує корозійну стійкість алюмінієвих бронз.

Крем'янисті бронзи краще чинять опір корозійному розтріскуванню в забруднених атмосферах, ніж чиста мідь та латунь [4,5]. Високу корозійну стійкість в природних умовах мають також мідно-нікелеві сплави до числа яких відноситься мельхіор, нейзильбер та куніаль.

У хімічній і нафтовій промисловості мідні сплави застосовують для виготовлення деталей апаратури, що працює в газових середовищах різного складу, а також в контакті з розчинами кислот і лугів.

За відсутності забруднень, як суха так і волога водяна пара мало впливає на корозію бронзи. Корозія олов'яних бронз у сухій та вологій парі становить близько 0,0025 мм / рік. При наявності забруднень в парі або при високій швидкості її руху корозія зростає і досягає 0,9 мм / рік. У перегрітій до 250 °C парі олов'яні бронзи стійкі тільки до тиску 2МПа. [6].

Алюмінієві бронзи по корозійній стійкості у водяній парі перевершують олов'яні, а легування нікелем і манганом додатково підвищує корозійну стійкість алюмінієвих бронз.

Мідно-нікелеві сплави також мають високу корозійну стійкість в водяній парі. За даними [6], наприклад, швидкість корозії бронзи МНЖМц30-1-1 у середовищі водяної пари становить близько 0,0025 мм / рік.

Сухий та вологий кисень при нормальній температурі не є хімічно агресивним середовищем для мідних сплавів. Внаслідок цього бронзи широко застосовуються, наприклад, в якості матеріалу арматури для кисню та стисненого повітря.

В галогенах і у безводному фтористому водні, бронзи характеризуються високою корозійною стійкістю. В той же час, вологий фтористий водень викликає посилену корозію бронз, особливо в присутності кисню. Проте, бронзи широко застосовують при роботах з фтористим воднем.

У вологих атмосферах, що містять SO₂, і в електролітах, насичених цим газом, бронзи кородують дуже сильно з утворенням іноді вельми глибоких

підтінгових поразень. За даними [7] глибина корозійного ураження у таких випадках може іноді досягти за рік 2,5 мм.

Мідні сплави погано пручаються корозії вже при незначній вологості в сірководні. Процес корозії у таких випадках прискорюється з температурою. Наприклад, швидкість корозії олов'яної бронзи (92% Cu + 8% Sn) у вологому сірководні при 100 °C складає 1200 ... 1600 мм / рік [8].

Сухий аміак і окис вуглецю при кімнатній температурі не реагують з міддю і її сплавами. Однак, при наявності в атмосфері пари води, сухий аміак викликає значну корозію міді і її сплавів.

Олов'яні бронзи характеризуються невисокою корозійною стійкістю і в мінеральних кислотах, зокрема в соляній та азотній кислотах. Сірчана кислота в цьому відношенні є менш хімічно активною. Швидкість корозії в фосфорній і оцтовій кислотах при кімнатній температурі і в залежності від ступеню аерації, складає 0,026 ... 0,6 мм / рік.

У лугах при кімнатній температурі олов'яні бронзи кородують зі швидкістю 0,21 мм / рік, у розчинах аміаку – зі швидкістю 1,27 ... 2,54 мм / рік [9]. Хімічна стійкість алюмінієвих бронз в органічних кислотах, розбавлених HCl трохи вище ніж олов'яних [10]. У розчинах солей, їдких лугів і виннокам'яної солі більш стійкими є однофазні алюмінієві бронзи зі зниженим вмістом алюмінію. Концентровані мінеральні кислоти значно активніше впливають на корозію цих сплавів.

Найбільш поширеним легуючим компонентом, що значно підвищує корозійну стійкість бронзи, є алюміній. При додаванні алюмінію в мідь знижується її електропровідність і теплопровідність, але при цьому помітно зростає жаростійкість та ударна в'язкість алюмінієвих бронз, підвищуються її ливарні та технологічні властивості, тощо.

Дослідженнями [11] впливу легування міді алюмінієм на корозію таких бронз (3, 5, 10, 15 мас.% Al) в хлоридному розчині встановлено, що, в зв'язку з формуванням пасивного шару CuCl, чиста мідь і окремо α -фаза Cu-Al-сплавів формує відносно товсту плівку CuCl, яка близько активно-пасивних потенціалів перетворюється в CuO або в Cu(OH)₂. Однак, сплав з великим вмістом алюмінію Cu-10%Al пасивується до Al(OH)₃, що перешкоджає перетворенню товстого шару CuCl в CuO або Cu(OH)₂. При анодному потенціалі формується фаза Cu₂(OH)₃Cl на погіршеній пасивній плівці Al(OH)₃.

Корозію і електрохімічну поведінку алюмінієвих бронз в хлоридних і лужних розчинах вивчали в роботах [12-14]. У роботі [12] відзначено, що для двофазного сплаву БрАМц9-2 характерним є селективне розчинення алюмінію, яке відбувається як за рахунок вибіркового розчинення менш стійкої β -фази (структурно-вибіркоче розчинення), так і внаслідок вторинного селективного розчинення, обумовленого зворотнім осадженням міді. Однофазний же сплав (БрАМц7-2) розчиняється рівномірно. В роботі [14] відзначають селективний характер розчинення α -алюмінієвої бронзи в

лужному електроліті, а також аналізують закономірності утворення складної пасивної плівки на поверхні Cu-Al-сплаву.

У зв'язку з широким застосуванням бронз для виготовлення виробів і деталей, що працюють в морській воді (гребні гвинти, конденсатори, контрольні прилади, та ін.) безсумнівний інтерес представляє вивчення корозійної стійкості даних сплавів при взаємодії саме з цим середовищем.

Результати дослідження корозійної стійкості деяких бронз, отримані при 16-річній експозиції в Тихому океані поблизу Панамського каналу [15], показують хорошу стійкість алюмінієвої бронзи (1,27 мкм / рік). При цьому, швидкості корозії кременистої і фосфористої бронз практично однакові і складають ~ 5 мкм / рік. Максимальна глибина пітингу на поверхні досліджуваних бронз – від 0,9 до 1,5 мм.

Зведені дані по корозійній стійкості кременистої бронзи на різних глибинах моря показали, що швидкість корозії у морській воді знаходиться в межах 10 ... 50 мкм / рік. Дані для 5% і 7% алюмінієвої бронзи показали, що швидкості корозії 5% -вого сплаву не перевищують 20 мкм / рік. В той же час 7% -вий сплав на малій глибині від поверхні моря кородує зі швидкістю, що досягає 74 мкм / рік, а на глибині 1830 м швидкість корозії падає до 36 мкм / рік. При цьому, огляд зразків 7% -вої алюмінієвої бронзи показав, що майже половина зразків піддалася знеалюмініюванню [16]. Корозія 5% алюмінієвої бронзи була рівномірною. Таким чином, в умовах занурення краще використовувати 5% -ний сплав.

Алюмінієві бронзи не схильні до корозійного розтріскування, що добре підтверджується досвідом експлуатації виробів з них. Істотним фактором, що визначає корозійну стійкість алюмінієвих бронз, є їх структура. Сплави, що містять менше 8,5% Al, складаються тільки з α -фази і мають високу корозійну стійкість. Більший вміст алюмінію викликає утворення двофазної ($\alpha + \gamma_2$) структури і дещо знижує корозійну стійкість. Алюмінієві бронзи, що містять 9 ... 10% Al додатково леговані нікелем і залізом (по 4 ... 6%), мають структуру що складається з дрібнодисперсних виділень η -фази, вкраплених в основну α -фазу, а в деяких випадках присутня також β -фаза. Такі сплави мають дещо меншу корозійну стійкість при низьких швидкостях руху морської води і велику стійкість при високих швидкостях води в порівнянні з однофазними α -бронзами.

Корозійна стійкість алюмінієвих бронз в морських і океанських середовищах перевершує в ряді випадків стійкість всіх інших мідних сплавів. У гарячій або киплячій морській воді стійкість алюмінієвих бронз, як правило, змінюється незначно. За даними [5] корозійна стійкість деяких ливарних бронз в морській воді складає: БрА10ЖЗМц2 – $1,0 \text{ г} / (\text{м}^2 \cdot \text{доба})$, БрА10Ж4Н4Л – $0,18 \text{ г} / (\text{м}^2 \cdot \text{доба})$, БрА9Ж4 – $0,25 \text{ г} / (\text{м}^2 \cdot \text{доба})$. Відзначається також, що ведення в мідь 2% Be (берилієва бронза) дещо знижує швидкість корозії в морській воді.

З усіх сплавів на основі міді широке застосування в конструкціях, пов'язаних із зануренням в морську воду знаходять мідно-нікелеві сплави, так

само ці сплави знаходять широке застосування в якості конструкційних матеріалів для теплообмінників, підігрівачів, установок опріснення морської води. Швидкості корозії таких сплавів не перевищують 33 мкм / рік на початку експозиції і 20 мкм / рік після витримки протягом декількох років.

У хімічній промисловості знаходять застосування мідно-нікелеві сплави, що містять 10, 30 і 63 ... 70% Ni, а також інші метали, зокрема залізо і манган. За даними [17] найменш схильними до корозії є сплави Cu(90) - Ni(10) і Cu(70) - Ni (30). Зокрема, при швидкостях руху морської води 1,5 ... 4 м / с, що відповідає умовам роботи бронзових деталей в насосах і теплообмінниках, сплави Cu(70) - Ni(30) і Cu(90) - Ni (10) піддаються лише незначній корозії в зонах з турбулентним режимом руху. Протикорозійні властивості цих сплавів можуть бути поліпшені введенням в їх склад 1 ... 3% Fe. Присутність в сплаві Cu(70) - Ni (30) більше 1% Fe збільшує ймовірність утворення на поверхні таких деталей пітингу. Досить ефективним захистом від корозії є введення до складу сплаву Cu(70) - Ni(30) алюмінію.

Висновки.

За результатами аналізу встановлено, що завдяки сукупності високої корозійної стійкості, конструкційної міцності та експлуатаційної надійності, найбільш широке застосування в промисловості знайшли алюмінієві бронзи. Ці сплави найчастіше застосовують в обладнанні, де завдяки стійкості до корозії, вони мають перевагу в порівнянні, наприклад, з олов'яними і крем'янистими бронзами.

Істотним фактором, що визначає корозійну стійкість алюмінієвих бронз, є їх структура. При цьому сплави, які складаються тільки з α -фази, мають більш високу корозійну стійкість, в порівнянні з двофазними сплавами.

З викладеного витікає, що подальші дослідження в частині розробки нових марок корозійностійких бронз потрібно вести на основі бінарного сплаву Cu-Al, який треба легувати такими елементами які б дозволили при позитивних та негативних температурах навколишнього середовища підвищити їх механічні властивості без зміни або без суттєвої зміни їх однофазної структури.

Посилання

1. Михайлов А.А. Атмосферная коррозия меди и медных сплавов. // Коррозия: материалы, защита. – 2008. – № 3. – С. 1-17.
2. Morcillo M., Almeida E., Marrocos M., Resales B. // Corrosion. – 2001. – V. 57. – № 11. – P. 967-980.
3. S.C. Britton.//Engineering.-1941.–V. 152.–P.78-80.
4. Казакевич А. В. Металлические коррозионно-стойкие конструкционные материалы. – М.: МИСиС. 1990 – 52 с.
5. Mendoza A. R., Corvo F., Gomez A., Gomez J. // Corros. Sci. – 2004. – V. 46. – P. 1189-1200.
6. Конструкционные материалы: Справочник / Б. Н. Арзамасов, В. А. Брострем, Н. А. Буше и др.; Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с.

7. Бюлов К. Сб. Коррозия металлов, кн.1. М.:Госхимиздат, 1952. – 218 с.
8. Структура и коррозия металлов и сплавов: Атлас. Справ, изд./Сокол И. Я., Ульянов Е. А., Фельдгандлер Э. Г. и др. – М.: Металлургия. – 1989. – 400 с.
9. Смирягин А.П., Смирягина Н.А., Белова А.В. Промышленные цветные металлы и сплавы. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Металлургия. – 1974. – 488 с.
10. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы.-М.: Металлургия.– 1993. – 413 с.
11. Вязовикина Н.В., Марщак И.К. // Защита металлов. -1979. –Т.15. –№ 3. – С.656-670.
12. Червяков В.Н., Харьков Л.В., Пчельников А.Г., Лосев В.В. // Защита металлов. -1990. –Т.26. –№6. – С.913-920
13. Keir D.S., Pryor M.J. // J. Electrochem. Soc: Electrochemical Science and Technology. – -1980. – V.127. -№10. – -P.2138-2144
14. Elsayed A . Asholer, Badr G. Ateya // Electrochimica Acta. -1997.–V.42. –№2. – P.243-250.
15. Hummer, C. W., Southwell, C. R., Alexander A. L., «Corrosion of Metals in Tropical Environments-Copper and Wrought Copper Alloys», Materials Protection, v. 7(1), 41-47 (1968).
16. Reinhart, F. M. «Corrosion of Materials in Hydrospace, Part IV, Copper and Copper Alloys». Naval Civil Eng. Lab, Technical Note N-961 (April, 1958).
17. Акользин А. П., Жуков А. П. Кислородная коррозия оборудования химических производств.– М.: Химия. – 1985. – 240 с.

ЗМЕНШЕННЯ ОБ'ЄМІВ НАКОПИЧЕННЯ ВІДХОДІВ ШЛЯХОМ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ В КОКСОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ В УМОВАХ ПРАТ «АКХЗ»

*Доц., канд. хім. наук М.В. Кормер, ст. викладач І.Б. Ковальова
Навчально-науковий Технологічний інститут
Державний університет економіки і технологій, м. Кривий Ріг, Україна*

Авдіївський коксохімічний завод (ПРАТ «АКХЗ») виробляє 30 видів продукції, основним з яких є кокс. Завод випускає широкий спектр коксохімічної продукції з кам'яновугільної смоли і коксового газу, що виділяються під час коксування вугілля. Технологічні процеси підготовки та коксування вугілля, уловлювання та переробки хімічних продуктів неможливі без утворення відходів виробництва. Велика увага приділяється на заводі утилізації промислових відходів.

На сьогоднішній час на АКХЗ з таких відходів виробництва, як фуси кам'яновугільні, некондиційний кам'яновугільний пек, бракований сульфат амонію, важка кам'яновугільна смола, поглинальне масло і коксовий шлам, саме фуси викликають підвищену увагу.

Найрозповсюдженішим напрямком утилізації фусів є подача їх в якості присадки у вугільну шихту для коксування. Проте, враховуючи сировинну базу коксування АКХЗ, такий метод утилізації відходів не є ефективним та навіть погіршує якість вихідного коксу.

Такий ефект пов'язаний, перш за все, зі взаємодією фусів та кам'яновугільної шихти на молекулярному рівні.

Небезпечність та складність переробки фусів заключається в непостійності складу твердої фази, що змінюється в залежності від інтенсивності гідроінжекції на коксових печах, у складному структурно-фазовому стані та великій кількості речовин, зосереджених в одиниці маси відходу виробництва. Ці фактори і обумовлюють часо- та ресурсозатратність їх переробки.

Зростаючі вимоги та новий підхід до екологічної безпеки країни та світу загалом, вимоги санітарних норм до стану повітряного середовища на робочих місцях виробництва, ставлять задачу розробки нового підходу до переробки фусів.

В роботі запропоновані раціональні методи утилізації кам'яновугільних фусів, які не матимуть негативного впливу на якість коксу та забезпечать їх найповнішу утилізацію без шкоди для навколишнього середовища.

На сьогоднішній час вже є певні розробки, щодо безпечної утилізації високов'язких побічних продуктів коксування, але всі вони наділені певними недоліками, як економічними, так і технічними.

Одним з найефективніших на даний час методів утилізації кам'яновугільних фусів являється брикетування кам'яновугільних фусів, вугільних шлаків та дрібних класів вугілля (Патент РФ 2350645, опубл. 27.03.2009) [1].

Ідея брикетування вугільних відходів не нова, як мінімум історія знає ще три запатентованих розробки, але вони не знаходили розповсюдження лише тому, що запропоновані схеми брикетування були або надто складними, або ж містили в собі велику кількість процесів, що значно підвищувало собівартість цих брикетів.

Головною задачею розробки, що розглядається, є створення простого та дешевого способу брикетування кам'яновугільних фусів зі збільшенням їх механічної міцності, для використання в якості палива в побутових або промислових топках, для коксування на коксохімічних і металургійних підприємствах.

Реалізація вказаної задачі здійснюється наступним чином.

Кам'яновугільні фуси завантажуються в форми транспортера і подаються в піч, де їх піддають термічній обробці. Брикетування відбувається при температурі 330-390 °С, час перебування фусів в печі 120-40 хв. Досліджено, що підвищення температури обробки брикетів зменшує час їх перебування в печі, отже знижує їх собівартість, але при цьому характеристики міцності падають.

В піч поступають димові гази з виходу коксового виробництва задля досягнення піччю температури газів, а потім вже в підігріту піч подають форми з брикетами. На виході транспортера вивантажують готові брикети.

Доречі, використання димових газів в заявленому способі дозволяє утилізувати тепло, оскільки на сьогоднішній час ці гази з температурою приблизно 350 °С викидаються в атмосферу через трубу.

Використання запропонованого методу брикетування кам'яновугільних фусів дозволяє досягнути спрощення технології брикетування за рахунок виключення операції перемішування фусів зі зв'язуючим, використання тепла димових газів або ж повітря і, як наслідок, зменшити собівартість паливних брикетів.

Також можна вилучити з фусів цінні речовини (нафталін, α -метилнафталін, β -метилнафталін і антрацен), що використовуються в лакофарбовій та хімічній промисловостях [2].

В даний час найперспективнішою розробкою утилізації кам'яновугільних фусів є метод газифікації (Патент UA 136361, опубл. 12.08.2019) [3].

Спосіб отримання генераторного газу включає низькотемпературну газифікацію суміші відходів коксохімічних виробництв з твердим носієм при температурі 400-500 °С і наступну електроконверсію парогазової суміші.

Враховуючи високу в'язкість кам'яновугільних фусів, було запропоновано піддати газифікації ці продукти разом з твердим пористим носієм (буре вугілля або горіхова шкарлупа).

Вибір твердого теплоносія був виправданий тим, що буре вугілля або горіхова шкарлупа володіють високою пористістю, їх термодеструкція починається при низьких температурах, схожих з температурою деструкції фусів, і до того ж такі носії є доступними та дешевими.

За запропованою технологією спочатку на тверді частинки рівномірно наносять фуси за допомогою установки, зображеної на рисунку 1.

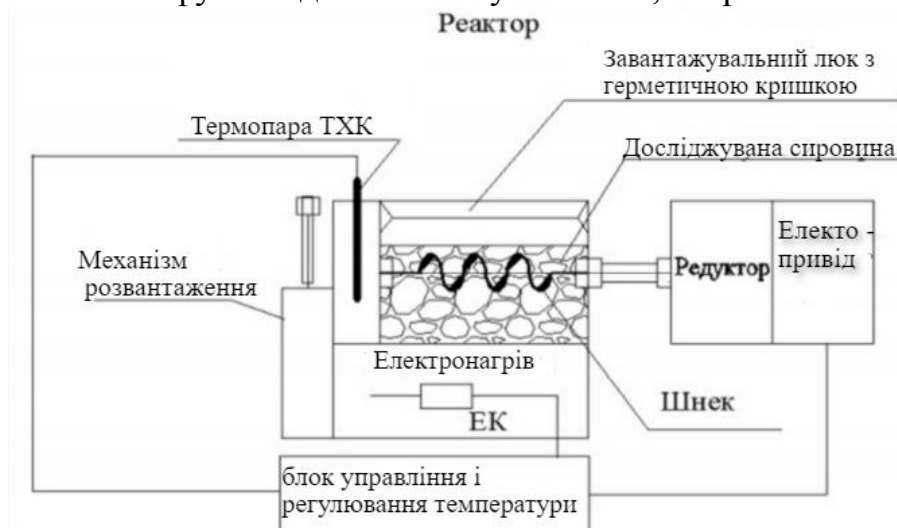


Рисунок 1 – Схема лабораторної установки для змішування вихідних компонентів

Твердий теплоносій з фусами через завантажувальний люк надходять в реактор, розігрітий до 50-70 °С, і герметично закривається кришкою. Ретельне і рівномірне перемішування забезпечується за допомогою шнеку спеціальної конструкції. В даний реактор можливо завантажити компоненти в будь-якій пропорції та будь-якої в'язкості. Проте після ряду проведених експериментів було виявлено, що найкращим співвідношенням є 9:1, відповідно твердого носія і фусів. Після такої підготовки, отримана композиція не втрачає розсипчастості, що дозволяє її транспортування і завантаження.

Далі отримана суміш направляється на двохступінчасту установку по переробці в'язких відходів, що представлена на рисунку 2.

В піч з температурою 400-500 °С, знизу, за допомогою перфорованої склянки вводиться наважка. Туди ж компресором подається окисник – повітря. Продукти, що утворюються, являють собою парогазову суміш, яка далі поступає на конверсію в реактор-конвектор.

Нижня зона реактора-конвектора – це зона високих температур (800 і 1000 °С), в яку з піролізної печі подаються парогазові продукти на конверсію. В якості насадки використовують кам'яновугільний кокс. Електронагрів відбувається при подачі електричного струму до графітових електродів. В процесі роботи передбачене автономне охолодження електродів. У верхній частині реактора відбувається відбір проб утвореного газу.

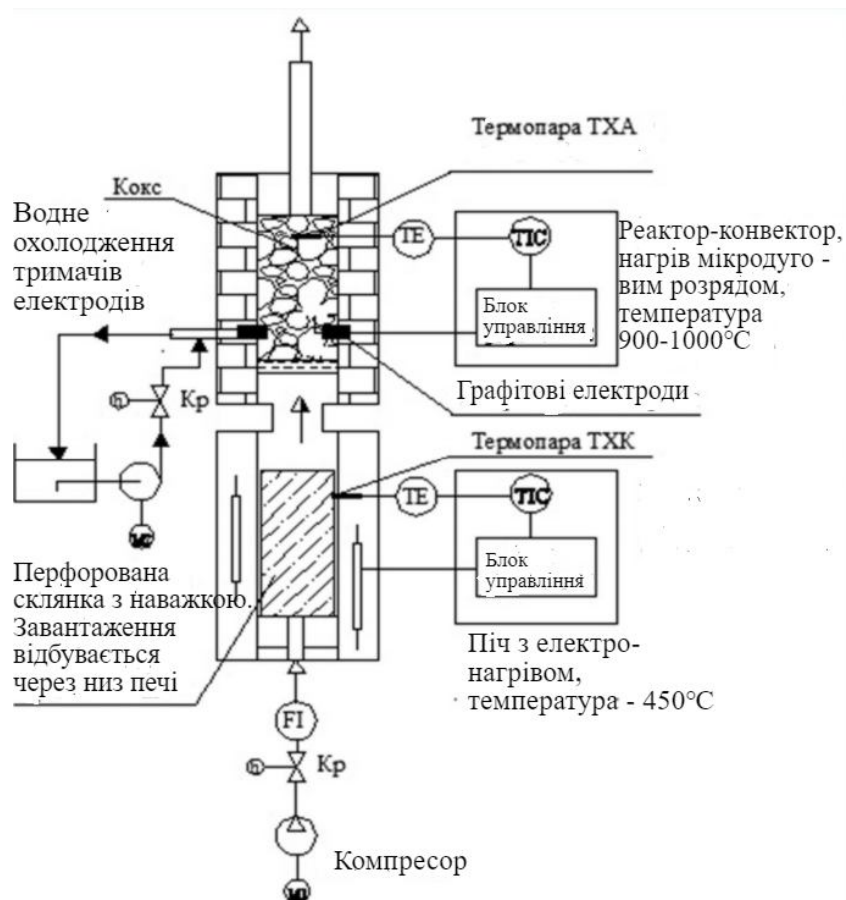


Рисунок 2 – Блок-схема двоступеневої лабораторної установки

Результати виконаних експериментів у піролізній печі представлені в таблиці 1, де Ш – шкарлупа, Ф – фуси, БВ – буре вугілля.

Таблиця 1 – Склад отриманого генераторного газу

№	Сировина	Витрата повітря, л/хв	Температура, °С		Об'ємна частка		
			Піролізер	Електро-конвертор	СО	Вуглеводні	Н ₂ S
1	Ш+Ф	1	400	800	24,3	2,55	0,09
2	Ш+Ф	2	400	800	14,0	0,75	0,06
3	Ш+Ф	3	400	800	25,4	4,12	0,09
4	Ш+Ф	1	400	1000	15,7	1,4	0,09
5	Ш+Ф	2	400	1000	13,4	1,38	0,04
6	БВ+Ф	2	500	800	2,6	0,48	0,01
7	БВ+Ф	3	500	800	10,5	2,13	0,05
8	БВ+Ф	4	500	800	16,4	2,02	0,1
9	БВ+Ф	3	500	1000	23,0	1,17	0,09
10	БВ+Ф	4	500	1000	16,9	1,23	0,08

Наглядно бачимо, що об'ємна частка чадного газу в продуктах газифікації досягає 15-25 %, що допустимо для генераторного газу, а концентрація водню становить 7-9 %. Вплив температури в електроконверторі, перш за все, виражається в зниженні концентрації вуглеводнів.

Отже, постійно зростаючу кількість високонебезпечних кам'яновугільних фусів можна нейтралізувати за допомогою процесу двохступінчатої газифікації з наповнювачем, з одержанням генераторного газу з вмістом СО 15-25 % та 7-9 % Н₂.

Дана технологія дозволяє отримати економічний ефект при використанні дешевої сировини для отримання цінних продуктів [4].

Висновки

Представлені методи, такі як індивідуальне брикетування або ж газифікація фусів з отриманням генераторного газу - є сучасними та раціонально виправданими для умов виробництва ПРАТ «АКХЗ».

В час, коли українські паливні ресурси досить обмежені, вторинне паливо лише набуває популярності.

Генераторний газ, отримуваний з відходів коксохімічного виробництва, сприяє не лише утилізації високонебезпечних фусів, а може і в цілому покращити екологічну ситуацію України та світу.

Зростання цін на опалення примушує скуповувати людей різні котельні установки, що продукує вирубку лісних масивів або ж використання в якості палива побутових відходів, що несуть хоч якесь тепло і зачасти являються небезпечними.

Гарною паливною альтернативою слугував би генераторний газ. Проте він може використовуватись не лише як побутове паливо, даний газ підходить для спалювання в будь-яких енергетичних установках, а також для хімічного синтезу.

А отримувані за представленою схемою брикети задовольняють вимогам, щодо їх використання в якості екологічного палива у соціальній сфері, а також і для виплавки сталі та чавуну.

Посилання

1. Пат. 2350645 РФ, МПК⁵¹ C10L 5/08. Способ брикетирования каменноугольных фусов / Богомолов А.Р., Афанасьев Ю.О., Тихов С.Д., Кошелев Е.А., Петрик П.Т., Дворовенко И.В., Темникова Е.Ю. (RU); патентообладатель УГ КузГТУ. - № 2006124018/15; Заяв. 04.07.06; Опубл. 27.03.09, Бюл. № 9. – 4 с.
2. Богомолов А.Р. Переработка каменноугольных фусов / А.Р. Богомолов, П.Т. Петрик, С.Д. Тихов, А.А. Богомолов, Ю.О. Афанасьев, И.В. Дворовенко // Химическая технология: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/pererabotka-kamennougolnyh-fusov/viewer>.
3. Пат. 136361 Україна, МПК⁵¹ C10J3/00. Спосіб отримання генераторного газу/ Карножицький П.В., Мірошніченко Д.В., Білець Д.Ю., Богоявленська О.В., Григор'єв Г.А. (UA); власник НТУ ХПІ. - № u201902713; Заяв. 20.03.19; Опубл. 12.08.19, Бюл. № 15. – 2 с.
4. Билец Д.Ю. Метод энергетического использования побочных продуктов коксохимических предприятий / Д.Ю. Билец, П.В. Карножицкий // Углекислотный журнал. – 2016. – № 5. – С. 32-35.

ЗМІЩЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ХОЛОДНОЇ РОЛИКОВОЇ ПРОКАТКИ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ ТРУБ ШЛЯХОМ ПРОВЕДЕННЯ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ І НАНЕСЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ

Аспірант¹, викладач² Л.С.Кривчик, канд. техн. наук, проф¹. Т.С. Хохлова, викладач-методист² В.Л. Пінчук

¹Національна металургійна академія України (НМетАУ), м. Дніпро

²Нікопольський фаховий коледж НМетАУ, м. Нікополь

Нач. лабораторії, канд. техн. наук В.О. Столбовий

Лабораторія розробки і дослідження інтенсивних іонно-плазмових технологій

Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства і технологій

Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут»

НАН України, м. Харків

Вступ

Процес ХПТР був створений та використовується для виробництва особотонкостінних труб підвищеної якості. На станах ХПТР деформуючим інструментом служать ролики, які спираються на опорні планки і оправка.



Рисунок 1 - Зовнішній вигляд інструменту стану ХПТР [2]

Постановка проблеми і задачі дослідження

Вивчення умов роботи і причин виходу роликів, оправок і опорних планок станів холодної прокатки корозійностійких особотонкостінних труб показало, що умовою нормального процесу пластичної деформації на роликівих станах є безперервне перекочування ролика по поверхні планки під дією сил тертя котіння. Робоча поверхня планки спеціально опрофільована, відповідно заданому характеру зміни деформації по довжині ходу роликів. В процесі прокатки ролик стає затисненим між опорною поверхністю планки і робочим конусом заготівлі, при цьому деформація металу супроводжується розвитком значних питомих тисків на поверхні контакту цапф ролика з опорною планкою [3].

Основним дефектом, що приводить до виходу з строю всіх деталей прокатного інструмента, є викришування металу на робочій поверхні. Причина – недостатня контактна зносостійкість, що в свою чергу є наслідком зниженої твердості [4].



Рисунок 2 - Знос роликів і опорних планок

Інструмент станів ХПТР виготовляється з сталі 60С2ХФА або легованої штампової сталі 4Х5МФ1С.

Підвищення стійкості опорних планок приводить до економії виробництва. Заміна опорних планок, по мірі вихода їх з строю, пов'язана з зупинкою стану на 10-20 хвилин [5].

Стійкість опорних планок зі сталі 60С2ХФА складає на стані «15-30» – 920 м; зі сталі 4Х5МФ1С – 1340 м; стійкість роликів зі сталі 60С2ХФА 1023-1030 м, зі сталі 4Х5МФ1С 1540 -2060 м [6].

Матеріали та методика досліджень

З метою зменшення осповидного зносу роликів і опорних планок стану ХПТР, замість сталі 60С2ХФА була запропонована теплостійка сталь 4Х5МФ1С, яка піддавалась загартуванню з 1070-1080 ° С в маслі і двократному відпуску при 570-550° С та 530-550° С для отримання твердості 587–649 HV і слідуючих механічних властивостей: $\sigma_B = 1960$ МПа; $\sigma_T = 1720$ МПа; $\delta = 9,3\%$; $\psi = 43\%$; $KCU = 460$ КДж/м² [7].

Внаслідок недостатньої стійкості інструменту була запропонована удосконалена технологія термозміцнення – інструмент піддають після загартування з відпуском хіміко-термічній обробці (іонному азотуванню в плазмі дугового розряду при 530-550°С протягом двох годин) для отримання шару 50-70 мкм і подальшому плазмовому нанесенню зносостійкого покриття TiN товщиною 6-7 мкм для отримання високої поверхневої твердості (HV_{0,05} 1021-1220) [8].

В роботі 3 (три) ролика з сталі 4Х5МФ1С шириною 65 мм під діаметр труби 16 мм і 3 (три) опорні планки з сталі 4Х5МФ1С довжиною 210 мм, шириною 80 мм і висотою 47,42 мм були піддані іонному азотуванню в плазмі двоступеневого дугового розряду в модифікованій установці «Булат-6» в лабораторії плазмотехнологій Інституту фізики твердого тіла ННЦ ХФТІ (м. Харків).

Вакуумно-дуговий розряд використовується в промислових технологіях модифікування поверхні для отримання унікальних характеристик покриттів. Розряд в парах матеріалу катода (метал, сплав, кремній, графіт і ін.) створює потоки плазми з початковою енергією іонів в десятки і сотні (для тугоплавких металів) електронвольт. В потоках плазми також містяться краплі розплавленого матеріалу катода або його тверді осколки [9].

Оптимальний час азотування і час нанесення покриттів близькі за величиною (30 ... 60 хв). Невелика кількість нітридів (через низький тиск азоту), можливість осадження покриттів при температурі нижче 400 ° С і збереження морфології поверхні після азотування дозволяють здійснити безперервний цикл комбінованої обробки в єдиному технологічному процесі [10].

Схема модернізованої установки «Булат» показана на рис. 3. Камеру відкачували до $1 \cdot 10^{-3}$ Па, напускали в неї азот до тиску 0,1 ... 0,5 Па, включали випарник 2 і подавали на катод випарника 4 позитивну напругу від джерела 7 (положення II перемикача 9). При цьому між корпусом вакуумної камери і катодом випарника 4, в даному випадку анодом, запалюється дуговий газовий розряд, який підтримується джерелом 7. Струм газового розряду 200 А.

Двоступеневий вакуумно-дуговий розряд (ДВДР) являє собою розряд, в якому позитивний стовп дуги розділений на два ступені, перша з яких представляє собою вакуумну дугу з холодним катодом (2), а другий ступінь - позитивний стовп дугового розряду (7, 8) в самій камері в плазмі робочого газу азоту низького тиску. ДВДР створює на поверхнях, що знаходяться під

плаваючим потенціалом, позитивний наведений потенціал. Швидкість і глибина азотованого шару буде змінюватися від температури деталі, іонного струму на деталі, що залежить від щільності газової плазми ДВДР, і від самого матеріалу. Температура інструменту, що нагрівається, залежить від приложеного потенціалу (Рис. 3). В даному випадку струм катода = -80 А (2), струм на аноді = -100А (7, 8). Напруга на поворотному механізмі = -1100В (9). Тиск азоту в вакуумно-дуговій камері при процесі азотування $p = 0,6$ Па. Температура на зразках була 500 ... 560 ° С. Час азотування 1 година [12].

Найбільш надійну оцінку результатів хіміко-термічної обробки дають металографічні дослідження, які дають відомості про товщину і будову шару з'єднань і дифузійного шару. Зазвичай для металографічного дослідження шліфи трюли ніталем - 2 - 4% -ним спиртовим розчином азотної кислоти. Для судження про фазовий склад шару використовували методи кольорового і електролітичного травлення в розчині їдкого натру [13].

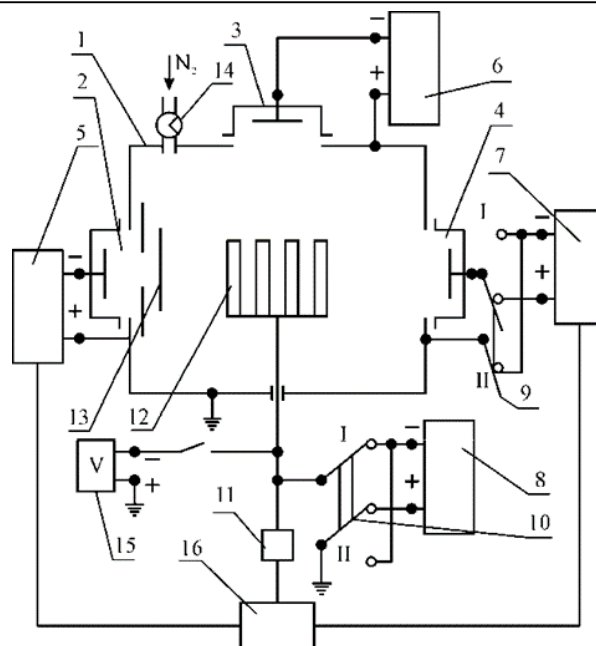


Рисунок 3 - Схема вакуумно-дугової установки для модифікування поверхні виробів [11]:

1 - корпус вакуумної камери; 2, 3, 4 – вакуумно- дугові випарники; 5, 6, 7 - джерела живлення випарників; 8 - джерело живлення підкладки; 9, 10 - перемикачі; 11 - поворотний пристрій; 12 - інструменти для оброблення; 13 - екран, прозорий для газу і електронів; 14 - система автоматичної підтримки тиску газу; 15 - генератор високочастотних імпульсів; 16 - блок автоматичного управління осадженням багатозарових покриттів.



Рисунок 4 - Лабораторія плазмових технологій ННЦ ХФТІ

Також були проведені електронні дослідження металографічних шліфів (вихідні шліфи були порізані на тонкі зразки по 5 мм), приготовлені і піддані вивченню на растровому електронному мікроскопі (РЕМ), висока дозволена здатність (до 60 А) і виняткова глибина різкості якого роблять його майже незамінним для металографічних досліджень [14], були проведені дифрактометричні дослідження зразків на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-2.0 в кобальтовому $\text{Co-K}\alpha$ випромінюванні із застосуванням Fe селективно поглинаючого фільтра.

Замір твердості поверхні зразків після ХТО був виконаний за допомогою мікротвердоміра (мікроскопа) - типу ПМТ-3 при навантаженні 100гс $\text{HV}_{0,1}$

Мікроструктури експериментальних зразків сталі 4X5МФ1С (поверхневий шар) після іонного азотування і нанесення покриття TiN наведені на рис. 5

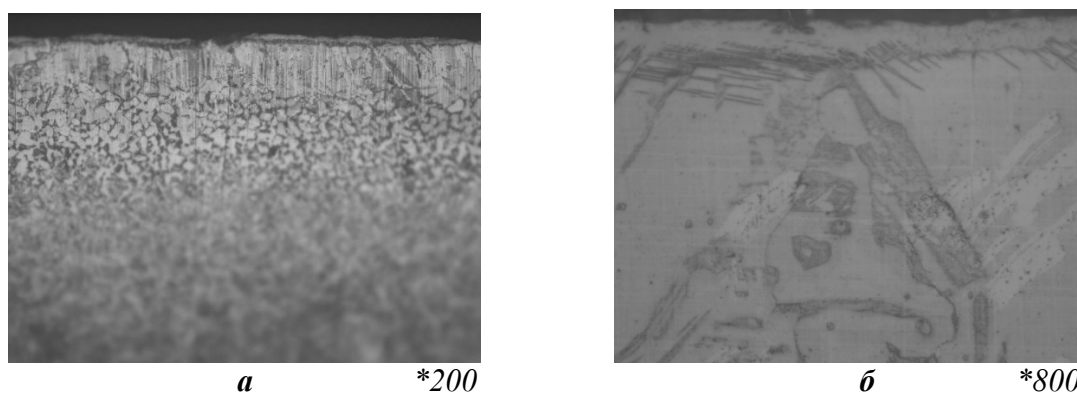


Рисунок 5 - Мікроструктури експериментальних зразків сталі 4X5МФ1С (поверхневий шар) після іонного азотування і нанесення покриття TiN:
покриття, ϵ -фаза (Fe_{2-3}N), φ^1 -фаза (Fe_4N), α -фаза (азотистий ферит)

Дифрактограми зразків наведені на рис.6, результати розрахунків зведені в табл. 1.

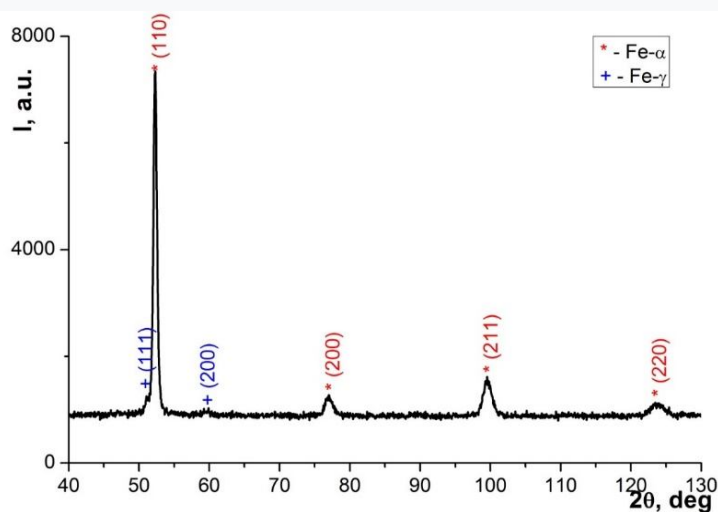


Рисунок 6 - Дифрактограми зразків сталі 4X5МФ1С після іонного азотування

Таблиця 1. Фазовий склад досліджених зразків

№ зразку	Фаза	Вміст, %wt	Параметри решітки а, Å
1,2,3	Fe-α	97,6	2,868
	Fe-γ	2,4	3,595

Теорія та аналіз отриманих результатів

Результати заміру заміру мікротвердості на приборі ПМТ-3 зразків сталі 4Х5МФ1С після іонного азотування і нанесення покриття TiN наведені в табл. 2, а аналіз результатів зведений на діаграмах мікротвердості (рис. 7).

Таблиця 2. Результати заміру мікротвердості на приборі ПМТ-3 зразків сталі 4Х5МФ1С після іонного азотування і нанесення покриття TiN

№ зразку	Зона	Діаметр відбитка	Середній діаметр відбитка, мкм	Навантаж., Г	Значення мікротвердості		
					МПа	Середнє	
						МПа	КГ/ММ ²
1	30	44	13,552	100	9910		
2	30	43	13,244	100	10376		
3	30	44	13,552	100	9910		
4	30	41	12,628	100	11413	10402	1061
5	50	48	14,784	100	8327		
6	50	45	13,86	100	9474		
7	50	48	14,784	100	8327		
8	50	46	14,168	100	9067	8799	898
9	150	56	17,248	100	6118		
10	150	58	17,864	100	5703		
11	150	59	18,172	100	5511		
12	150	59	18,172	100	5511	5711	583
13	250	70	21,56	100	3915		
14	250	65	20,02	100	4541		
15	250	66	20,328	100	4404		
16	250	66	20,328	100	4404	4316	440
17	центр	68	20,944	100	4149		
18	центр	69	21,252	100	4030		
19	центр	63	19,404	100	4834		
20	центр	64	19,712	100	4684	4424	451

В заводських умовах традиційна технологія термозміцнення прокатного інструменту (роликів, опорних планок станів ХПТР) з сталі 4Х5МФ1С представляє собою загартування з наступним трикратним відпуском для отримання твердості 587–649HV. Запропонована технологія термозміцнення виключає третій відпуск і додатково використовує іонне азотування в плазмі ДВДР з нанесенням покриття TiN з метою зміни структури й властивостей поверхневого шару, підвищення міцності, зносо- і теплостійкості сталі шляхом утворення стійких у процесі нагрівання карбідів, нітридів, карбонітридів [14]. Дослідження показали, що відмінною рисою мікроструктури азотованого шару після іонно-плазменого азотування є наявність мілкодисперсної дуже міцної ε-фази. Завдяки наявності в шарі цієї

фази поверхнева твердість сталей, які азотуються, вище майже на HV 160 - 180, чим при газовому азотуванні.

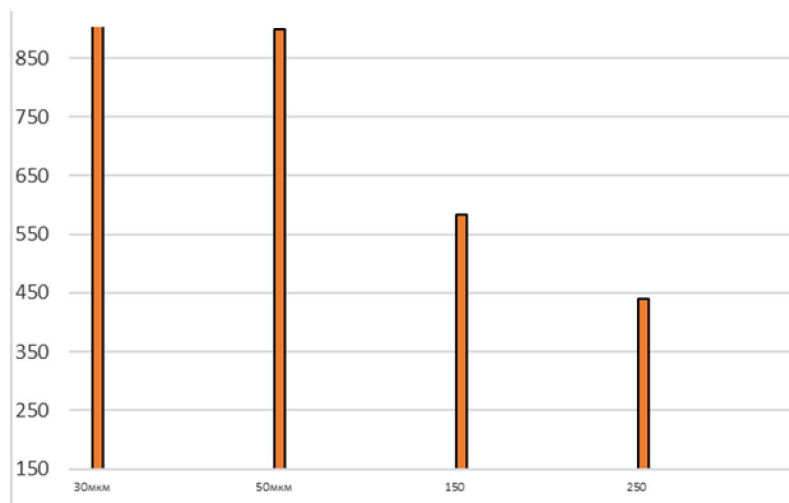


Рисунок 7 – Мікротвердість (кГ/мм²) зразків сталі 4X5МФ1С після іонного азотування і нанесення покриття TiN

В результаті сталь здобуває високу твердість на поверхні HV_{0,05} 1021-1220, що не змінюється при нагріванні до 600–650°C, високий опір зношуванню, високу межу витривалості, корозійну стійкість.

Висновки

1. Удосконалення технології термічної обробки прокатного інструменту для виробництва корозійностійких труб (роликів, опорних планок) з сталі 4X5МФ1С (загартування з відпуском і послідовним іонним азотуванням в плазмі дугового розряду з нанесенням покриття TiN) замість звичайної технології – загартування з відпуском) дозволить збільшити стійкість інструменту на 30-35% та знизити витрати по переробці виготовлення труб, а також покращити якість внутрішньої поверхні труб (відсутність плівок, порізів та інших дефектів корозійностійких труб).

2. Заміна матеріалу для виготовлення роликів і опорних планок – замість сталі 60С2ХФА на вториннотвердіючу сталь 4X5МФ1С значно підвищує стійкість інструменту в 1,7-1.8 рази (що підтверджують результати випробувань) і покращує якість внутрішньої поверхні труб.

Посилання

1. Лезинская Е.Я., Бильдин К.М. и др. «Сборник лекций по технологии производства нержавеющей труб», «Сентравис», 2019 г.
2. Александров В.А., Богданов К.В. Азотирование инструмента из высокохромистых и быстрорежущих сталей / В.А. Александров // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2005. – № 5. – С. 14-20.
3. Арзамасов Б.Н., Братухин А.Г., Елисеев Ю.С., Панайоти Т.А. Ионная химико-термическая обработка сплавов в газовых средах. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, –1999. – 400 с.

4. Чечулин Ю.Б. Холодная прокатка труб / Ю.Б.Чечулин, Л.А.Кондратов, Г.А.Орлов. – М.: Металлургия, 2017. - 332 с.
5. А.с. 2397033РФ Станы холодной прокатки труб: / Н.С.Пеньков и др.: заяв.12.08.2009, опубл.20.08.2010. бюл.№23.
6. Лахтин Ю.М. Современное состояние процесса азотирования / Ю.М. Лахтин // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1993. – №7. – с 17-21.
7. А.А. Андреев, Л.П. Саблев, В.М. Шулаев, С.Н. Григорьев. Вакуумно-дуговые устройства и покрытия. Харьков: ННЦ ХФТИ, 2005, 236 с.
8. Л.П. Саблев, Н.С. Ломино, Р.И. Ступак, А. А. Андреев, А.М.Чикрызов. Двухступенчатый вакуумно-дуговой разряд: характеристики и методы создания // Сб. докл. 6-й Межд. конф. «Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов». Харьков, 2005, ч. 2, с. 159 - 169.
9. Патент Украины № 79773 U, МПК C23C. Установка для комплексной обработки поверхности изделий в вакууме / Л.П. Саблев, А.А. Андреев, С.Н. Григорьев, Р.И. Ступак, В.М. Шулаев // Открытия, изобретения, Бюл. 2007, № 11.
10. Н.С. Ломино, В.Д. Овчаренко, Г.Н. Полякова, А.А. Андреев, В.М. Шулаев. Межэлектродная плазма вакуумной дуги в атмосфере азота // Сб. докл. 3-й Межд. конф. «Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов». Харьков, 2002, с. 202-222.
11. Способ вакуумного ионно–плазменного азотирования изделий из стали / Патент на изобретение №2418095 / В.В. Будилов, Р.М.Киреев, К.Н. Рамазанов, Р.К. Вафин, МПК – 8 C23C8/36, C21D9/30 от 29.06.2009, 3с.
12. Большаков В.И. Оборудование термических цехов, технологии термической обработки металлопродукции: Учебник / В.И.Большаков, И.Е.Долженков.- Днепропетровск, 2010.- 378 с.
13. Вышинский В.Т. Направления и задачи совершенствования станов холодной прокатки труб роликми / В.Т.Вышинский // Вісник СевНТУ.-2011.-№120 – С.268-271.
14. Верденевский В.А. Роликовые станы холодной прокатки труб / В.А.Верденевский. – М.: Металлургия, 1992.-240с.

ЕКСПЕРТИЗА НАПОЇВ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ СИЛЬНОГАЗОВАНИХ ТА АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ЇХ ВИРОБНИЦТВА

*Доц., канд. хім. наук О.В. Малинка, магістр К.Р. Мудрицька
Одеська національна академія харчових технологій, Україна*

Аналіз небезпечних чинників процесу виробництва має ключове значення для результативної системи управління якістю і безпечністю харчових продуктів. Стандарт ISO 22000 [1] пропонує для цих цілей визначити критичні точки керування (КТК) і операційні програми передумов (ОПП). Критична точка керування – етап технологічного процесу, на якому можливе здійснення контролю, а також запобігання, усунення або зменшення до прийнятого рівня ризику. Операційна програма передумов –

ідентифікована аналізом небезпечних чинників як суттєво важлива, щоб керувати ймовірністю привнесення небезпечних чинників до харчового продукту, та/чи забруднення продукту, або розповсюдження небезпечних чинників у продукті [2].

Безалкогольні напої повинні бути виготовлені відповідно вимог ДСТУ 4069-2002 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови». Технологічна схема виробництва, яка здійснюється за допомогою автоматизованої лінії, включає наступні етапи:

- очищення води;
- приготування сиропу (цукрового або інвертного);
- отримання відтінку;
- виготовлення купажного сиропу;
- фільтрація сиропів;
- газування напою з використанням діоксиду вуглецю;
- фасування напою в тару [3].

Проаналізував технологічну схему виробництва напоїв безалкогольних сильногазованих «Fanta» обрані слідуючі критичні точки керування:

КТК 1 (Хімічний і біологічний чинники) – недостатньо підготовлена і очищена вода, джерелом зараження може стати водопровідна мережа (небезпечні фактори – патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели, токсичні елементи, радіонукліди). Коригувальні дії - при фільтруванні води – контроль фільтрів, періодичний візуальний огляд фільтрів, заміна фільтра за необхідністю. Лабораторний контроль води за показниками жорсткості, кислотності.

КТК 2 (Хімічний і фізичний чинники) - приготування купажного сиропу (небезпечні фактори – додавання харчових добавок, перевищена їх концентрація або використання недозволених харчових добавок). Коригувальні дії - ретельно перемішувати купажний сироп, тому що наявність хоча б одного нерозчиненого кристала призведе до кристалізації всього купажного сиропу після охолодження та здійснювати лабораторний контроль за типом та кількістю харчових добавок.

КТК 3 (Хімічний і біологічний чинники) - підготовка тари: тара може стати джерелом зараження токсичними елементами або біологічними і хімічними факторами, зумовленими їх потраплянням через неналежну санітарну обробку тари. Коригувальні дії - використання пристрою для автоматизованого ополіскування водою і етанолом пляшок

КТК 4 (Фізичний чинник) - процес розливу, на якому небезпечними факторами є сколи пляшок, металеві деталі. Коригувальні дії - дотримання інструкцій щодо попередження потрапляння сторонніх предметів в продукцію, посилений вхідний контроль сировини, періодична заміна сит у просіювачі.

В якості операційної програми передумови обрана можливість утворення токсичної речовини - бензолу у складі безалкогольного напою. Відомо, що в безалкогольних напоях, які в якості компонентів одночасно містять солі бензойної кислоти та аскорбінову кислоту або ізоаскорбінову кислоту, може утворюватися бензол внаслідок декарбоксилування бензойної

кислоти гідроксильними радикалами, які утворюються при окисленні аскорбінової кислоти [4]. Слід зазначити, що відповідно до Санітарно-хімічних показників безпечності та якості питної води, які набули чинності в Україні в 2020 році, вміст бензолу у питній воді має становити не більше ніж 1 мкг/дм^3 [5]. Коригувальні дії - контроль щодо недопущення використання сировини, яка може одночасно містити солі бензойної кислоти та аскорбінової кислоти.

Для проведення експертизи відібрано 5 комерційних зразків напоїв безалкогольних сильногазованих «Fanta» у ПЕТ-пляшках 0,5 л, 1 л: Fanta з апельсиновим соком (зразок 1); Fanta з лимонним соком (зразок 2); Fanta смак мандарин (зразок 3); Fanta What the Fanta, без додавання цукру (зразок 4); Fanta Shokata (зразок 5). Склад, який вказаний на етикетках: вода питна, цукор (окрім зразка 4), діоксид вуглецю, відповідний назві концентрований сік (1-3 %), регулятори кислотності, ароматизатори натуральні, антиоксиданти: аскорбінова кислота, стабілізатори, барвники.

Проведена експертиза досліджуваних зразків аналітичними фізико-хімічними методами: вміст сухих речовин згідно ДСТУ 4855:2007 (нормована кількість 0-20 %), кислотність в мл 1 н. розчину луку на 100 см^3 напою згідно ДСТУ 7102:2009, кількість розчиненої вуглекислоти за допомогою афрометру по ДСТУ 7138:2009 (нормована кількість - не менше 0,42 % в напоях вищої категорії і 0,4 % в напоях першої категорії), природу барвників визначали методом УФ-спектроскопії, бензойної (повинно бути не більш як 150 мг/л [5]) та сорбінової кислот (не більш як 500 мг/л [5]) методом люмінесцентного аналізу [6].

Встановлена біологічна активність (БА) досліджуваних напоїв. Авторами [7] показано, що критерієм оцінки біологічної цінності рослинної сировини може бути каталіз перенесення електрона продуктом в електронно-транспортній системі «відновлений нікотинамідаденіндинуклеотид - ферроціанід калію». Основою методу оцінки біологічної активності продукту прийнята електронно-транспортна модель - $\text{NAD} \cdot \text{H}_2 - \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Спосіб визначення біологічної активності об'єктів природного походження, передбачає визначення зміни оптичної густини контрольного і дослідного зразків, яке відбувається за рахунок зміни швидкості окислювання $\text{NAD} \cdot \text{H}_2/\text{NAD}$ в контрольному та дослідному зразках із урахуванням розведення, а швидкість окиснення визначають, вимірюючи оптичну густину розчинів дослідного та контрольного зразків за довжиною хвилі 325 нм і товщини поглинаючого шару 10 мм (за $t=120 \text{ с}$) (табл. 1).

Як видно з таблиці, титрована кислотність досліджуваних зразків змінюється від $3,5$ до $7,1 \text{ см}^3 1 \text{ моль/дм}^3$ розчину NaOH на 100 см^3 напою, масова частка діоксиду карбону у зразках складає від $0,40$ до $0,46 \%$, бензойна кислота в досліджуваних зразках не знайдена, сорбінова знайдена тільки в зразках 4 і 5, біологічна активність досліджуваних зразків максимальна у зразка 4 (Fanta What the Fanta), за рахунок присутності натуральних інгредієнтів, таких як соки лайма, малини, овочевий концентрат (батат, морква).

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники зразків напоїв «Fanta»

№ зразка	Кислотність, см ³	Вміст сухих речовин, %	Вміст CO ₂ , %	Вміст сорбінової кислоти, мг/мл	БА у.о.
1	5,0±0,3	8,0 ±0,2	0,45	Не знайдено	5,1
2	7,1±0,3	11,0±0,2	0,40	Не знайдено	6,4
3	4,0±0,3	12,2±0,2	0,46	Не знайдено	12,2
4	3,5±0,3	0,7±0,2	0,40	0,165±0,008	32,65
5	3,9±0,3	6,7±0,2	0,41	0,178±0,010	7,14

Методом УФ – спектроскопії встановлена природа барвника в зразку напою Fanta What the Fanta (рис. 1).

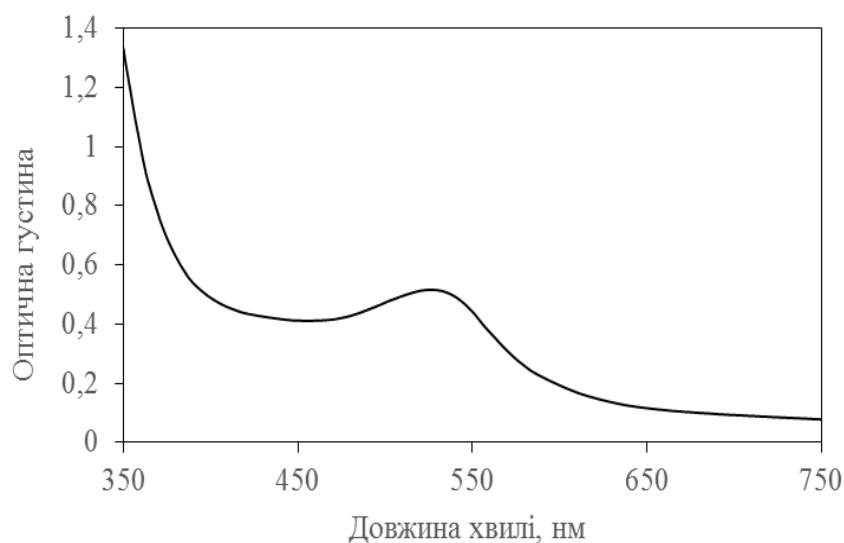


Рис. 1 – Молекулярний спектр поглинання напою «Fanta What the Fanta»

Максимум смуги поглинання в молекулярному спектрі поглинання напою Fanta What the Fanta дорівнює 526 нм, що відповідає максимуму поглинання для антоціанів – натуральних харчових барвників E163 [8].

Для визначення аскорбінової кислоти (АК) в напоях безалкогольних сильногазованих «Fanta» запропонований хімічний сенсор – комплексна сполука іонів тербія Tb(III) з антибіотиком – ципрофлоксацином (ЦФ) [9].

Визначення АК проводили за методом градувального графіка. При побудові градувального графіка для визначення АК робили таким чином: в мірні колби об'ємом 5 мл поміщали 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 мл стандартного розчину АК (2 мг/мл). В кожен пробірник додавали по 0,2 мл розчину хлориду тербія $1 \cdot 10^{-2}$ моль /л, 0,2 мл розчину ЦФ ($1 \cdot 10^{-2}$ моль/л), 0,2 мл розчину уротропіну з масовою часткою 40 % і дистильовану воду до 5 мл. Інтенсивність люмінесценції комплексу Tb(III) вимірювали при $\lambda_{\text{люм}} = 545$ нм ($\lambda_{\text{зб}} = 365$ нм). Діапазон лінійності градувального графіка становить 0,02 - 0,50 мг/мл. Правильність результатів аналізу перевіряли методом "введено-знайдено". Величина відносного стандартного відхилення не перевищує 7,5 % (табл. 2).

Таблиця 2 - Результати визначення аскорбінової кислоти в напоях «Fanta» методом "введено-знайдено" (n = 5; P = 0,95)

Об'єкт аналізу	Введено, мг/мл	Знайдено, мг/мл	S _r , %
Fanta з апельсиновим соком	0,10	0,45±0,03	7,3
-	0,20	0,51±0,04	6,9
Fanta з лимонним соком	0,10	0,39±0,03	6,7
-	0,20	0,49±0,03	6,8
Fanta смак мандарин	0,10	0,38±0,03	7,5
-	0,20	0,53±0,04	7,4
Fanta Shokata	0,10	0,33±0,02	6,9
-	0,20	0,43±0,03	7,5

Висновки

1. Проведений аналіз потенційно небезпечних факторів технології виробництва напоїв сильногазованих безалкогольних «Fanta».
2. Проведена експертиза 5 комерційних зразків напоїв сильногазованих безалкогольних «Fanta» аналітичними методами аналізу: визначена титрована кислотність, вміст сухих речовин, масова частка діоксиду карбону, біологічна активність, вміст харчових добавок.
3. Встановлена природа барвників методом УФ-спектроскопії.
4. Показана можливість прямого люмінесцентного визначення аскорбінової кислоти в напоях «Fanta» за рахунок гасіння люмінесценції іона Tb(III) в комплексі з ципрофлоксацином.
5. Методом фотометричного аналізу встановлена біологічна активність досліджуваних зразків, яка максимальна у зразка 4 (Fanta What the Fanta), за рахунок присутності натуральних інгредієнтів, таких як соки лайма, малини, овочевий концентрат (батат, морква).

Посилання

1. Surak, John G. "A Recipe for Safe Food: ISO 22000 and HACCP". Quality Progress, October 2007. – P. 21–27.
2. Белов Ю.П. Розробка та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів HACCP / Ю.П. Белов // Світ якості України, 2005. – № 2. – С. 42–45.
3. Технологія безалкогольних напоїв. Характеристика і асортимент: [Електронний ресурс] / Пищевик – інформаційний портал, 2016. URL: <http://mppnik.ru/publ/1084-tehnologiyabezalkogolnyh-napitkov-harakteristika-i-assortiment.html>
4. McNeal T.P., Nyman P.J., Diachenko G.W., Hollifield H.C. Survey of benzene in foods by using headspace concentration techniques and capillary gas chromatography. Journal of AOAC International, 1993. – 76(6) – P. 1213-1219. <https://doi.org/10.1093/jaoac/76.6.1213>
5. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10),

затверджені наказом МОЗ України від 12.05.2010 № 400 та зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747.

6. Бельтюкова С.В. Консерванты в пищевой промышленности и методы их определения / С.В. Бельтюкова, Е.О. Ливенцова // Харчова наука і технологія, 2013. – №3. – С. 58-64.
http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2013_3_18.
7. Спосіб визначення біологічної активності об'єктів природного походження / Г.П. Хомич, С. І. Вікуль, Л.В. Капрельянц, Л.А. Осипова, Т.С. Лозовська // Патент на винахід 72552 МПК G01N 33/00 (2015.01), заява 05.03.2013; опубл 12.01.2015; Біл. № 1/2015.
8. Commission Regulation (EU) No 231/2012 of 9 March 2012 laying down specifications for food additives listed in Annexes II and III to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council Text with EEA relevance.- OJ L 83, 22.3.2012, P. 1-295.
9. Malinka E. Luminescent determination of ascorbic acid in dietary supplements / E. Malinka, S. Beltyukova, Ie. Cherednychenko // Food Science and Technology. 2017 - Vol. 11, Issue 2. – P. 32-36.
http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2017_11_2_8.

METHOD FOR THE SEALING ELEMENTS OF POWERFUL ELECTRICAL MACHINES (TURBOGENERATORS) GEOMETRIC PARAMETERS DETERMINING

*Head of the design department, Ph.D A. Minko
GC «Ecopolymer», Kharkov, Ukraine*

One of the main indicators of the reliability and efficiency of turbine generators (TG) with hydrogen cooling of the internal volume of the machine is the design of the sealing unit of the protective shield at the points of the rotor shaft exit [1]. In modern TGs with a closed ventilation system, i.e. with overpressure inside the generator housing, the choice of the sealing system at the shaft exit points is carried out for two different options: a gas-gas system, for example, hydrogen-air, and a gas-liquid system, for example, oil-air. The main elements of the seal assemblies are, Fig. 1:

- when separating hydrogen and air – an oil seal holder 1 (containing a seal insert);
- when separating oil and air – internal 2 and external 3 oil catcher.

Analysis of major achievements and literature. In the modern technical literature [2, 3], standard issues of calculation, construction and design of oil supply schemes for sealing units are considered, which are reduced to the choice of some geometric parameters, for example, the size of the radial slot (h_0), i.e. the gap

between the TG rotor and the working surface of the sealing device. As a rule, this selection is made taking into account only such parameters as the amount of leakage (Q) through the seal and the level of oil pressure drop in the seal (P_{Δ}).

However, the issue of choosing the geometry of the working zone of the oil catcher, which ensures reliable operation of large electrical machines, has not been sufficiently disclosed.

The purpose of this study is to determine the criteria for choosing the geometric parameters of the sealing unit of the protective shield of hydrogen-cooled TG with optimal performance.

Research materials. Calculations were carried out for TG with power 200–500 MW, in which the diameter of the rotor shaft journal in the seal area is in the range of 350–600 mm. Among the required geometrical dimensions of the working area of the oil catcher, we highlight the following (Fig. 2): h_0 – the gap between the rotor and the working surface of the oil catcher, mm; l_k – the width of the oil dump groove, mm; h_k – the depth of the oil dump groove, mm; l_n – distance between grooves, mm; l – the total length of the working surface of the oil catcher, mm; z – the number of oil discharge grooves, pcs.

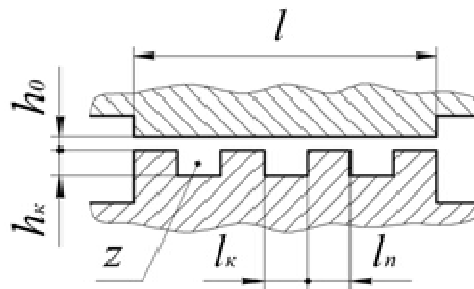


Figure 2 - Group of main geometrical dimensions of the oil catcher

The main requirement for oil traps is to minimize the volume of leaks, the magnitude of which is determined as follows:

$$Q = \frac{\pi \cdot D \cdot h_0 \cdot \Delta_p}{2 \cdot \mu \cdot l_{ef}} \left(1 + \frac{3}{2} \cdot \varepsilon^2 \right), \quad (1)$$

where, D – diameter of the rotor shaft neck, mm; $l_{ef} = l - \sum l_k$ – effective length of the working surface of the oil catcher, mm; $\Delta_p = p_s - p_a$ – pressure drop in the gap, MPa; p_s – pressure up to the sealing element, MPa; p_a – pressure after the sealing element, MPa; μ – dynamic viscosity of the medium, MPa·s; ε – coefficient of eccentricity (for a concentric slot $\varepsilon = 0$, for an eccentric slot $\varepsilon = 1$).

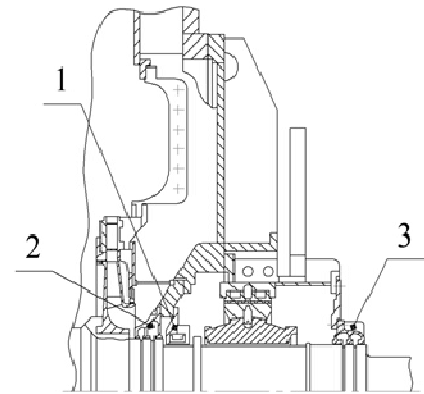


Figure 1 – Sealing units in TG with overpressure inside the body:

1 – a yoke of an oil seal with a seal insert; 2, 3 – internal and external oil traps, respectively

Provided that the value of Q is minimized, it is necessary to determine the main dimensions of the working area of the oil catcher: l and z . For this we use the expression given in [4]

$$z = \frac{l}{60 \cdot h_0} + \frac{2}{3}, \quad (2)$$

whence

$$h_0 = \frac{l}{60 \cdot z + 40}. \quad (3)$$

Let us take the parameter of the slot (h_0) as the main indicator, and using the experimental data [4], we obtain some dependences of the calculation of the geometry of the working zone of the oil catcher. These dependencies can be described by a system of equations that have a certain range of "scatter" of possible values:

$$\begin{cases} (l_k + l_n)/h_0 = 15 \dots 25; \\ (h_k/l_0) = 3 \dots 10; \\ l_k/(l_k + l_n) = 0,5 \dots 1,0; \\ l_n \approx 40 \cdot h_0. \end{cases} \quad (4)$$

The presented system of equations makes it possible to determine the possible geometry of the working zone of the oil catcher, however, the range of results is determined by rather wide boundaries (15 ... 25); (3 ... 10); (0,5 ... 1.0), which allows us to speak of a significant inaccuracy of the results obtained.

Research results. Based on condition (1) and taking into account (3), as well as the fact that the number of grooves cannot be a fractional number, i.e. $z = 1, 2, 3, 4 \dots n$; let us build graphs of dependence $l = f(h_0)$ for the first five values of z (i.e. $n = 1-5$), Fig. 3.

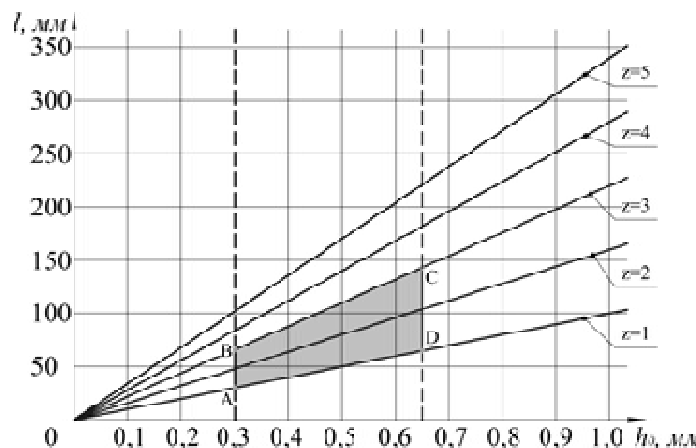


Figure 3 – The area of optimal values of the geometry of the oil catcher

Analyzing the resulting dependence, we highlight the boundaries of the values of geometric dimensions we recommend:

- lower limit: $A-D$ ($z = 1$) corresponds to the minimum number of grooves required for normal operation of the sealing element (according to the permissible amount of oil leakage);

- as the upper limit, we take $B-C$ ($z = 3$), which is determined taking into account all other parameters: with a larger number of grooves, for example, $z = 5$, to ensure the optimal value l_{ef} , according to the requirements for minimizing the volume of leaks (1), the total length increases significantly the working surface of the oil catcher l ;

- the position of the left and right boundaries: $A-B$ and $C-D$, – we limited it to the range of $h_0 = 0.3 - 0.65$ mm in order to minimize the level of pressure losses P_Δ , according to the recommendations, which follows from the expression:

$$P_\Delta = \left(\frac{\gamma \cdot l_{ef}}{2 \cdot h_2} + z \cdot \beta \right) \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2, \quad (5)$$

where γ – coefficient of resistance to friction in the sections l_n , p.u.; β – coefficient of local losses, p.u.; ρ – density of the oil on the seal, kg/m³; v – speed of oil flow on the seal, m/s.

The ABCD area highlighted in Fig. 3, is the recommended area for choosing the geometric parameters of the oil catcher for high-power TG (taking into account the accepted assumptions).

Conclusions

1) The proposed method for determining the geometric dimensions of sealing units (oil traps) for powerful electric machines (turbo generators) makes it possible to effectively design these units in a TG with excessive hydrogen (or air) pressure inside the machine, while maintaining the requirements for minimizing the amount of leakage through the seal and levels of oil pressure drop in the seal units.

2) The obtained method for refining the recommended values of the geometry of the sealing unit can be applied for the case of using any technical oil and the excess pressure of hydrogen inside the TG up to 0.3 MPa.

References

1. Kuzmin, V.V. Optimization of weight and size parameters of inactive parts of turbine generators [Text]: monograph. / V.V. Kuzmin, V.V. Shevchenko, A.N. Minko. – Monograph SPDFL A.V. Chaltsev, 2012. – 246 p. – ISBN 978-966-8766-25-1.
2. Shevchenko, V.V. Development of cooling systems and optimization of turbine generator designs [Text]: monograph. / V.V. Shevchenko, A.N. Minko. - X.: Ed. Ivanchenko I.S., 2013. – 242 p. – ISBN 978-617-7033-20-1
3. Golodnova, O.S. Operation of oil supply schemes and seals of turbine generators with hydrogen cooling [Text] / O.S. Golodnova. – M.: Energiya, 1978. – 80 p.
4. Sealing and sealing technology [Text]: ref. / L.A. Kondakov, V.V. Gordeev and others; under total. ed. A.I. Golubeva, L.A. Kondakov. – 2nd ed. revised and add. – M.: Mashinostroenie, 1994. – 448 p.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРУКТУР ПРИ НАУГЛЕРОЖИВАНИИ

Канд. техн. наук А.В. Мовчан, доц., канд. техн. наук Е.А. Черноиваненко
Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепро, Украина



**Рисунок 1 –
Микроструктура
диффузионного слоя
образца стали X20,
науглероженного в
вакууме при
термоциклировании с
амплитудой от 950 °С
до 1050 °С (4 цикла),
общее время
науглероживания – 70
минут; x400**

Предыдущими исследованиями было установлено, что науглероживание железных сплавов с карбидообразующими элементами при определенных температурно-концентрационных параметрах приводит к формированию в диффузионном слое аустенитно-карбидных колоний, представляющих собой естественный композит [1...3]. Карбидные колонии композиционного слоя имеют стержневую или пластинчатую морфологию и направлены нормально к поверхности изделия.

В работе приведены прямые наблюдения роста аустенитно-карбидных колоний, что даст возможность объяснить особенности строения колониальных структур, в частности, образование аустенитных прослоек при колебаниях температуры, изменение дифференцировки колониальных структур (рис. 1).

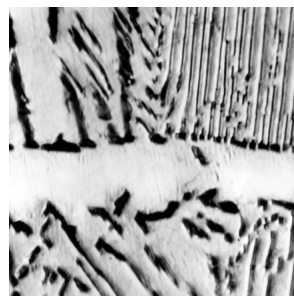
Термоциклирование приводит к нарушению регулярности композиционной структуры в поверхностном слое. Увеличение амплитуды термоциклирования приводит на стадии охлаждения сначала к утонению дифференцировки аустенитно-карбидных колоний, а затем к разрастанию карбидов вдоль фронта роста и прекращению его продвижения (рис. 2). На стадии нагрева вслед за образованием аустенитной прослойки происходит возобновление роста колоний, причем, как и на начальной стадии их формирования, сначала карбидная составляющая растет беспорядочно и только через некоторое время устанавливается регулярный рост колоний (рис. 3).



a



б



в

Рисунок 2 – Структурные изменения на фронте роста аустенитно-карбидных колоний при понижении температуры в процессе науглероживания:

a – x1000, б – x1250, в – x2000

Объемное представление о строении аустенитно-карбидных колоний дает исследование на сканирующем электронном микроскопе РЕМ-106I глубоко протравленных в реактиве "царская водка" шлифов (рис. 4).

Можно видеть, что утонение дифференцировки при охлаждении происходит как путем расщепления карбидных волокон (рис. 4 а), так и путем зарождения новых карбидных частиц (рис. 4 б). Возобновление роста аустенитно-карбидных колоний после аустенитной прослойки происходит путем зарождения новых и прорастания старых карбидных частиц, которые в процессе роста трансформируются путем расщепления, срастания, изгиба, поворота и др., что приводит к формированию регулярных колоний (рис. 4 в, г).



Рисунок 3 – Структурные изменения на фронте роста аустенитно-карбидных колоний при термоциклировании; х630

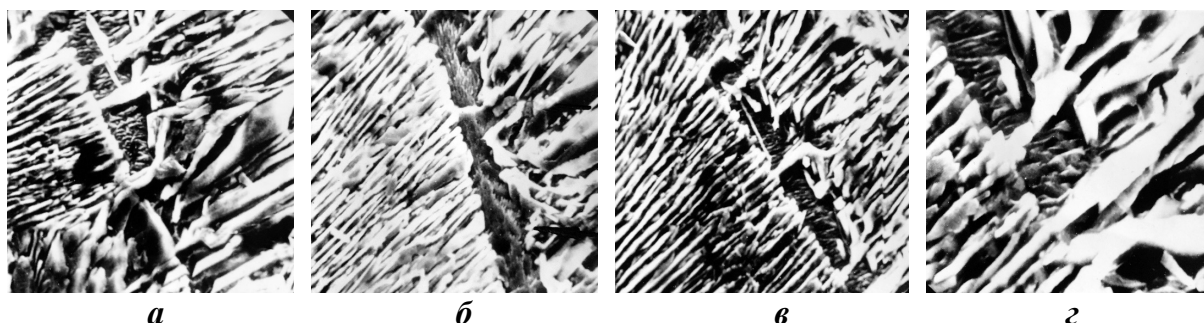


Рисунок 4 – Сканирующая электронная микроскопия диффузионного слоя образца стали X20, науглероженного в режиме термоциклирования (1100...1000 ° С): а, б, в – ×1500, г – ×4000

Можно считать справедливым положенное в основу теоретического анализа утверждение, что межпластиночное (межстержневое) расстояние в колониях устанавливается таким, которое обеспечивает в данных условиях (при данном пересыщении феррита углеродом впереди фронта превращения) максимальную скорость перемещения двухфазного фронта [4]. Скорость перемещения фронта определяется скоростью доставки углерода, которая тем выше, чем больше значение углеродного потенциала в науглероживающей среде и уменьшается по мере роста диффузионного слоя.

Если межпластиночное (межстержневое) расстояние больше, чем обеспечивающее максимальную скорость роста, данный участок отстает и постепенно попадает в условия лучшего снабжения углеродом, чем надвинувшиеся вперед участки фронта, перемещающиеся быстрее. Отставание происходит потому, что при большом межпластиночном (межстержневом) расстоянии не успевает происходить необходимое

перераспределение примеси (в данном случае хрома). Материнская фаза (феррит) впереди аустенита обогащается хромом, впереди карбида – обедняется. Необходимая для превращения концентрация углерода в феррите у фронта превращения повышается, поскольку затруднения с перераспределением примеси стабилизирует материнскую фазу. В этом случае, поскольку диффузионная подвижность хрома по сравнению с углеродом мала и обеднение (обогащение) хромом феррита происходит в узкой прослойке, термодинамически неустойчивость феррита при удалении от фронта превращения возрастает, т.е. появляется ситуация подобная концентрационному переохлаждению, когда впереди двухфазного фронта (на некотором удалении) феррит сильнее пересыщен углеродом, чем непосредственно на фронте превращения. Непосредственно же на фронте превращения впереди аустенитного участка обогащение примесью стимулирует карбидообразование, а впереди карбидного участка обеднение примесью стимулирует перекристаллизацию феррита в аустенит.

В данных условиях происходит появление и рост новых карбидных волокон и, следовательно, уменьшение межпластиночного (межстержневого) расстояния. Как следует из прямых наблюдений, появление новых волокон происходит как путем ветвления старых, так и путем зарождения новых карбидных кристаллов. Процесс четко проявляется, если увеличение пересыщения феррита углеродом достигается понижением температуры при науглероживании.

Иная обстановка складывается, если скорость перемещения меньше наибольшей возможной в связи с малым межпластиночным (межстержневым) расстоянием. В этом случае уменьшение скорости роста обусловлено действием капиллярных сил на межфазной поверхности карбида с аустенитом, которые повышают равновесную концентрацию углерода в феррите, так что в пределе фронт превращения может остановиться. В этом случае, под действием перемещающихся и выдвигающихся вперед соседних участков, возможно, путем случайных процессов, взаимодействия капиллярных сил, отдельные карбидные волокна прекращают рост, карбидо-ферритная часть фронта сменяется аустенитно-ферритной, что в итоге приводит к увеличению межпластиночного (межстержневого) расстояния и, следовательно, увеличению скорости роста.

Процесс четко проявляется, если уменьшение пересыщения феррита углеродом впереди фронта превращения вызывается повышением температуры при науглероживании.

Выводы. Проведены исследования влияние термоциклирования вблизи температуры науглероживания на закономерности формирования композиционных структур в поверхностном слое. Установлено, что термоциклирование приводит к нарушению регулярности композиционной структуры в поверхностном слое. Увеличение амплитуды термоциклирования приводит на стадии охлаждения сначала к утонению дифференцировки аустенитно-карбидных колоний, а затем к разрастанию карбидов вдоль

фронта роста и прекращению его продвижения. На стадии нагрева вслед за образованием аустенитной прослойки происходит возобновление роста аустенитно-карбидных колоний.

Ссылки

1. Бунин К.П. Формирование пластинчато-стержневых карбидо-аустенитных колоний при насыщении сплава Fe-W-Cr-V-Mo углеродом / К.П. Бунин, В.И. Мовчан, Л.Г. Педан // Изв. ВУЗов. Черн. мет., 1973. – №2. – С. 123-126.
2. Черноиваненко Е.А. Получение композитной структуры в приповерхностном слое инструмента на базе литой быстрорежущей стали Р6М5 / Е.А. Черноиваненко, С.И. Губенко, А.В. Мовчан, А.П. Бачурин // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: «Ракетно-космічна техніка», 2011. – №4. – Т. 19. – С. 188-192.
3. Мовчан О.В. Закономірності формування трифазного композиту при науглецюванні сплавів системи Fe-W-V-C / О.В. Мовчан, К.О. Черноиваненко // Металургійна та гірничорудна промисловість, 2019. – №5-6. – с. 76-83.
4. Черноиваненко Е.А. Количественный анализ формирования аустенитно-карбидных колоний в высоколегированных железных сплавах при науглероживании / Е.А. Черноиваненко // Теория и практика металлургии, 2013. – №5-6. – с. 149-152.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ЕКРАНІВ У ПРОКАТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

*Доц., канд. техн. наук В.Я. Перерва, доц., канд. техн. наук С.М. Форись,
доц., канд. техн. наук А.Ю. Усенко, магістр А.В. Старченко
Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна*

Процес нагріву металу в печі перед прокаткою є найбільш енергоємним в технології гарячої пластичної деформації. При гарячій обробці металів тиском вибір температури нагріву робить вирішальний вплив на якість продукції. У зв'язку з цим вибір температури деформації повинен забезпечувати отримання якісних показників металопродукції з мінімальними витратами палива та електричної енергії.

Температура прокатки визначається як початковою температурою нагріву заготовок, так і тепловтратами від розкатів безпосередньо в прокатних клітках і при транспортуванні по міжкліткових рольгангах. Таким чином, зниження втрат тепла при транспортуванні забезпечує можливість зниження температури нагріву, що забезпечує економію палива в печі.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є екранування розкатного поля. Це дозволяє зменшити тепловтрати від розкату в навколишнє середовище. Мета даної роботи полягала в оцінці ефективності екранування стосовно до умов виробництва сортового прокату, визначення закономірностей формування температурного поля в розкаті шляхом математичного моделювання процесу теплообміну.

Розробці математичної моделі передували експериментальні дослідження процесу охолодження сортового прокату в лабораторних умовах, метою яких була принципова оцінка можливостей екранування розкату, а також отримання інформації для адаптації математичної моделі. Експериментальна установка наведена на рисунку 1.

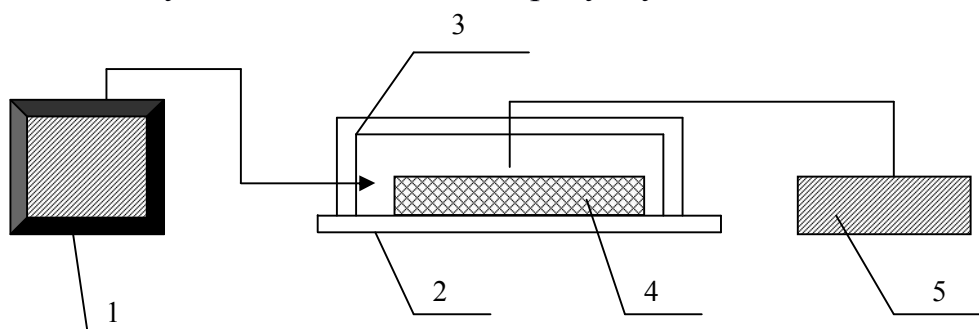


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки:

1 - електрична піч; 2 - модель рольгангу; 3 - екранна ізоляція; 4 - експериментальний зразок; 5 - система вимірювання температури.

Установка складалася з електричної муфельної печі МП-2УМ (потужністю 2,6 кВт, максимальна робоча температурі 1200 °С), системи вимірювання температур, моделі рольгангу, на якій досліджувався охолодження розкату.

В процесі експерименту досліджувалось охолодження куточка з розмірами полиць 90х80. Температури вимірювалися термоелектричними термометрами типу ХА. Схема установки термопар представлена рисунку 2.

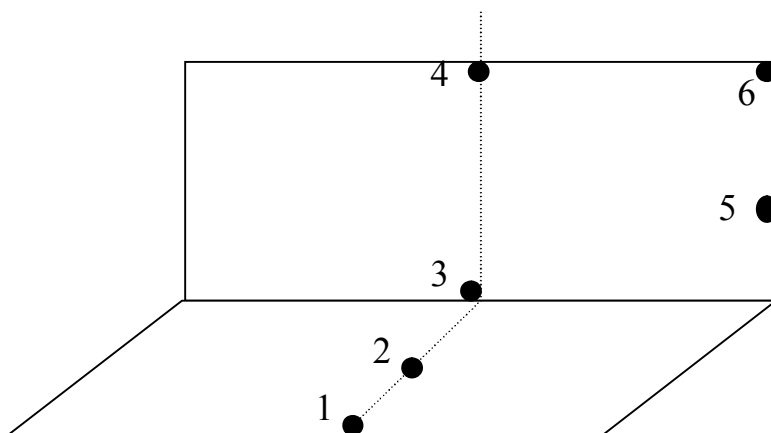


Рисунок 2 – Схема розташування термопар:

1-6 - точки виміру температури.

Після нагріву в печі до 1100 °С зразок поміщався на модель рольгангу, де відбувалося його охолодження. В процесі експерименту фіксували динаміку падіння температури заготовки до 650 - 700 °С. У першій серії експериментів охолодження заготовки проходило на відкритому повітрі, а в другій заготовку накривали екранної ізоляцією. Температура екрану визначалась термопарою встановленою з внутрішньої сторони в центрі екрану. Отримані результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Зміна температури заготовки на рольгангу

Час охолодж., с	Точки виміру температури					
	1		3		4	
	без екрану	з екраном	без екрану	з екраном	без екрану	з екраном
30	1070	1050	1115	1110	1090	1090
60	810	830	1060	1060	910	940
90	710	740	945	940	800	810
120	650	695	860	850	720	740
150	610	660	790	780	680	700

Результати експериментальних досліджень показали, що використання металевого екрана впливає на зниження втрат тепла. Температура вертикально розташованої полки куточка збільшилася на 10-30 °С порівняно з природним охолодженням, а горизонтальної полки на - 20-50 °С. Водночас температура екрану незначно перевищувала 400 °С. При стабільній роботі, температура екрану буде зростати, що вимагає створення конструкції з внутрішньої тепловою ізоляцією.

Отримані результати експериментальних досліджень використані для порівняння з чисельним моделюванням процесу охолодження. Математична модель процесу теплообміну при прокатці враховує втрати тепла тепловипромінювання і конвекцією в навколишнє середовище, теплопровідністю до валянням, роликам рольганга і інших деталей стану.

Крім цього враховувалося тепловиділення екзотермічних реакцій окислення металу і теплота деформації. Температурне поле в розкаті визначалося на основі методу миттєвого регулярного режиму [2]. При цьому передбачалося, що при прокатці відбувається усереднення температури металу, тобто температура розкату після кліті приймалася рівномірною за перетином розкату і рівною середньомасовій температурі. Розрахункові схеми втрат тепла в процесі транспортування розкатів наведені на рисунку 3.

У розрахунках втрат тепла випромінюванням враховувалося взаємне випромінювання між різними частинами розкату (полки куточка, швелера та інш.). Втрати теплоти до валків проводили з використанням емпіричних залежностей [2], які враховують теплофізичні властивості металу і час контакту гуркату з валком. Порівняння результатів експериментальних досліджень і розрахунків охолодження розкатів показали, що розроблена модель адекватно описує процеси теплообміну при прокатці сортового

прокату. Різниця в обчисленні температур не перевищує 4-5%. Це дозволяє використовувати запропоновану модель для розробки ефективних конструкцій екранної ізоляції.

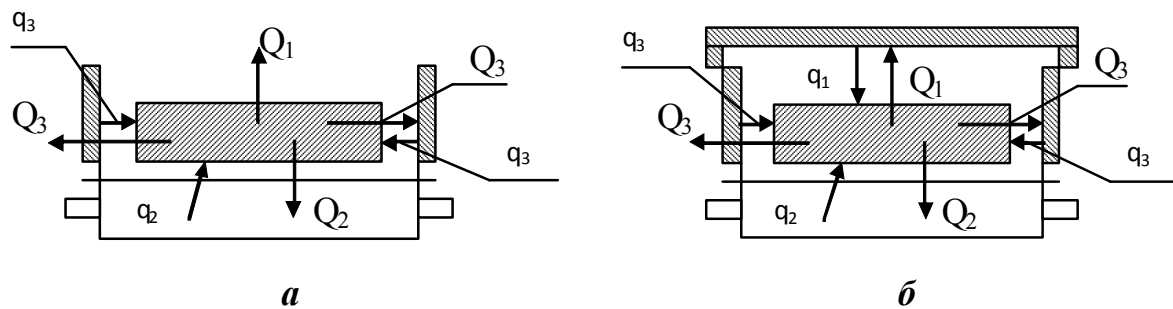


Рисунок 3 – Розрахункова схема втрат тепла:

a – без екранної ізоляції; *б* – з використанням екранної ізоляції; Q_1 – втрати тепла в навколишній простір; Q_2 – втрати тепла до рольгангу; Q_3 – втрати тепла через огорожу рольгангу; q_1 – ефективний тепловий потік від екрану; q_2 – ефективний тепловий потік від рольгангу; q_1 - ефективний тепловий потік від огорож.

Висновки

Проведено експериментальні дослідження температурних умов виробництва сортового прокату з використанням екранних установок. Проаналізовано ефективність використання екранів. Представлено математичну модель теплообміну при прокатці.

Порівняння результатів експериментальних досліджень і розрахунків охолодження розкатів показали, що розроблена модель адекватно описує процеси теплообміну при прокатці сортового прокату. Різниця в обчисленні температур не перевищує 4-5%. Це дозволяє використовувати запропоновану модель для розробки ефективних конструкцій екранної ізоляції

Посилання

1. Фокін В.М., Енергоефективні методи визначення теплофізичних властивостей будівельних матеріалів і виробів / Фокін В.М., Ковилін А.В., Чернишов В.Н. – М.: Видавничий будинок «Спектр», 2011. – 156 с. – 400 екз. – ISBN 978-5-904270-90-2.
2. Никитін Г.С. Розрахунок енергосилових параметрів під час гарячої прокатки в безперервній групі сортового стану: метод. вказівки / Г.С.Никитін, А.А. Восканянц, К.А.Крюков.—М.: Вид-во МГТУ ім. Н.Е.Баумана, 2010.—28 с.

ВПЛИВ ЦИКЛІЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ХОЛОДНОДЕФОРМОВАНОЇ ЗАГОТОВКИ З НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ НЕЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

*Доц., канд. техн. наук Г.І. Перчун, ст. наук. співр., канд. техн. наук О.В. Івченко,
доц., канд. техн. наук В.С. Чмельова*

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

У даній статті основну увагу приділено дослідженням деформаційного впливу - циклічної деформації (ЦД) - на комплекс механічних властивостей холоднодеформованої низьковуглецевої нелегованої сталі.

На сьогоднішній день відомо про значний вплив циклічної деформації на механічні властивості холоднодеформованих металів та сплавів, однак це явище не знайшло широкого промислового використання. У ряді робіт запропоновані нетермічні заходи щодо підвищення технологічної пластичності холоднодеформованого металу [1-3], однак відомий матеріал містить недостатньо систематичних даних про закономірності зміни механічних властивостей холоднодеформованого металу під впливом циклічної деформації, що здійснюється за схемою знакозмінного згину.

Не зважаючи на безперечну цінність проведених розробок, існуючі способи отримання холоднодеформованих виробів (стрічки, дроту, арматури, кріпильних виробів) з використанням циклічної деформації знакозмінним згином мають ряд недоліків, до яких слід віднести відсутність обґрунтованої регламентації ступеню активної деформації до використання циклічної деформації та регламентації амплітудної деформації циклу. Тому розробка ефективних способів зовнішнього впливу на властивості холоднодеформованого металу, особливо на пластичність, і створення на цій основі високопродуктивних технологій виробництва продукції масового використання є актуальним завданням.

Загальним для всіх запропонованих до використання типів ЦД є коливальний (циклічний) характер навантаження, що застосовують до об'єкту та, відповідно, циклічні напруги, які виникають у навантаженому об'єкті. При цьому циклічні напруги змінюють свою величину від $\sigma_{\min}$ до $\sigma_{\max}$, змінюючи або не змінюючи свій знак, але залишаючись практично постійними в межах даного циклу. Для даного типу ЦД її деформуючий вплив на об'єкт визначається енергетичною потужністю циклу та їх числом за час навантаження, тобто використаним типом та режимом ЦД, які не повинні призводити до залишкової деформації і, тим більше, до руйнування навантаженого об'єкту. Тому, максимальна величина амплітуд ЦД не має перевищувати (помітно) значень межі плинності матеріалу об'єкту, а число циклів (подовженість ЦД) – подовженості інкубаційного періоду з'явлення втомлених тріщин.

Результат такого деформаційного впливу принципово відрізняється від термічного впливу, тому що не призводить до суттєвого зменшення щільності

дислокацій, а призводить до їх перерозподілу з отриманням нового типу структури і, відповідно, властивостей. Це дозволяє, не знижуючи рівня зміцнення, поліпшувати рівні службових характеристик: опору деформації і руйнуванню, малої схильності до деформаційного старіння, релаксаційної стійкості, опору втомному руйнуванню, вогнестійкості, опору корозії. При цьому ефективного використання циклічної деформації передбачає оптимізацію схеми і ступеню активної деформації. Параметрами ЦД є тип циклу навантаження, його амплітуда, число використаних циклів та їх частота. При цьому ефективного використання циклічної деформації передбачає оптимізацію схеми і ступеню активної деформації, яка передуює циклічному навантаженню.

Дослідження впливу циклічної деформації проводили на холоднодеформованому дроті, отриманому в процесі холодної деформації волочінням катанки зі сталей, хімічний склад яких наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Хімічний склад досліджуваних сталей

Матеріал	Діаметр, мм	Хімічний склад, % по масі					
		C	Mn	Si	Ti	P	S
БСт0	6,5	0,10	0,42	0,023	-	0,03	0,028
07Т	6,5	0,06	0,28	0,1	0,03	0,029	0,023
БСт0	6,5	0,13	0,58	0,01	-	0,022	0,048
БСт0	2,95	0,10	1,52	0,042	Не контролювали		
БСт0	2,95	0,19	0,33	0,08	Не контролювали		
СтЗкп	6,5	0,11	0,43	0,01	-	0,024	0,044

Циклічну деформацію знакозмінним згином заготовки круглого перерізу здійснювали за допомогою пристрою, змонтованого на базі крутильної машини К-5, за допомогою двох роликів одного діаметру зі зміною напрямку руху. Діаметр роликів 80мм, кількість циклів знакозмінних згинів становило 1...30 циклів. Умовну сумарну ступінь деформації дротової заготовки, що підлягала знакозмінній циклічній деформації згином (ϵ_{zg}) враховували по формулі:

$$\epsilon_{zg} = 2(d_{др.}/d_p) \times N, \quad (1)$$

де $d_{др.}$, d_p – діаметр дроту та згинаючих роликів відповідно, мм; N – число циклів згину.

Механічні випробування зразків на розтягнення після використання циклічної деформації з метою визначення рівня міцності і пластичних властивостей проводили згідно з вимогами нормативної документації (НД) із записом діаграм розтягування.

Дослідження змін механічних властивостей в залежності від кількості циклів знакозмінного згину показало, що при збільшенні кількості циклів (до 10...15) спостерігається зменшення характеристик міцності (σ_B , $\sigma_{0,2}$) та підвищення характеристики пластичності ($\delta, \%$). Встановлено, що вже при 3-5 циклах деформації відбувається зниження межі плинності на 90-100МПа,

межі міцності на 40-50МПа та зростання відносного подовження до 7-8 %. Найбільший зріст рівня пластичності (до 8,7%) спостерігається при кількості циклів 6-10 і цей рівень зберігається при зростанні кількості циклів до 15, а далі починає зменшуватись.

В цілому, залежність σ_B і $\sigma_{0,2}$ від кількості циклів знакозмінного згину (N) характеризується гіперболічною функцією:

$$\sigma_B = 91/N + 777 \quad (2)$$

$$\sigma_{0,2} = 131/N + 616,8 \quad (3)$$

Слід відзначити, що коефіцієнт кореляції для функції (3) вище, ніж для (2), і становить 0,850 та 0,659 відповідно.

В якості функції відгука використовували показник $(\sigma_B - \sigma_{0,2}) / \sigma_{0,2}$, який для низьковуглецевих сталей може використовуватись як критерій волочіння [4]. Було експериментально встановлено, що цей показник після проведення циклічної деформації зростає, що свідчить про принципову можливість використання циклічної обробки холоднодеформованої заготовки з метою підвищення її технологічної пластичності.

У випадку використання циклічної деформації для обробки холоднодеформованого дроту (прутка) з метою підвищення пластичних властивостей до необхідного рівня параметрами обробки є ступінь холодної деформації при волочінні (ϵ), кількість циклів згину (N) та амплітудна деформація згину (A) (відношення діаметру дроту до діаметру згинаючих роликів). Варіювання цих факторів при постійному хімічному складі сталі дозволяє змінювати механічні властивості нагартованого холодною деформацією металу в широкому діапазоні. Тому виникає завдання цілеспрямованого вивчення ефекту зміни властивостей холоднодеформованої сталі в залежності від вказаних параметрів та їх математична оптимізація.

Для визначення впливу параметрів циклічної деформації на властивості холоднодеформованої заготовки використовували методику планування експерименту. Інтервали варіювання параметрів були такі:

$$36\% \leq \epsilon \leq 94\%; 0,025 \leq A \leq 0,115; 3 \leq N \leq 30.$$

Обробку результатів експериментів проводили з використанням методу ортогоналізації матриці факторів, що дозволило отримати незалежну оцінку коефіцієнтів регресії.

Статистичний аналіз виконували відомими методами та отримали рівняння моделі такого виду:

$$Y = 0,192 + 0,0104X_1 - 0,027X_2 + 0,0028 X_3 - 0,0036 X_1X_2 - 0,0013 X_1X_3 + 0,0012 X_2X_3 + 0,012 X_1 - 0,023 X_2 - 0,0037 X_3, \quad (4)$$

де X_1 - ступінь холодної деформації при волочінні (ϵ); X_2 - амплітудна деформація згину (A); X_3 - кількість циклів згину (N).

Рівняння (4) розраховано по матриці факторів, нормованої в інтервалі [-1; +1], так як проведені дослідження роботи програми оптимізації функції показали, що в такому випадку вона добре працює. Як бачимо з формули (4), рівень коефіцієнту регресії для нормованої матриці факторів у X_1 і X_2 одного

порядку, що свідчить про приблизно рівноцінний внесок кожного в ступінь зміни механічних властивостей холоднодеформованої сталі, однак більш чутливою є функція відгуку до зміни амплітудної деформації згином. Вплив кількості циклів згину на порядок нижче, ніж ε та A .

Дані, отримані в результаті математичної оптимізації, співвідносяться з експериментально отриманими параметрами циклічної деформації, при яких спостерігається найбільший ефект знеміцнення холоднодеформованого металу та підвищення його технологічної пластичності.

Оптимальні значення основних технологічних параметрів циклічної деформації для холоднодеформованої заготовки з нелегованої низьковуглецевої сталі з феррито-перлітною структурою з урахуванням коливань в хімічному складі знаходяться в інтервалі значень: $\varepsilon \sim 46 \dots 60\%$; $A \sim 0,07 \dots 0,09$; $N \sim 3 \dots 10$. Отримані в результаті експериментів параметри циклічної деформації є технологічними, оскільки існує можливість використання цих параметрів в технологічному циклі виробництва холоднодеформованих виробів.

Висновки

1. В результаті проведених експериментів отримані дані, що свідчать про значний вплив циклічної деформації на властивості холоднодеформованої заготовки з низьковуглецевої нелегованої сталі і принципову можливість використання циклічної деформації для підвищення рівня її технологічної пластичності.
2. При використанні нетермічних способів підвищення технологічної пластичності холоднодеформованого металу суттєвий вплив на рівень механічних характеристик мають такі технологічні параметри, як ступінь активної холодної деформації, кількість та амплітуда знакозмінних згинів.
3. Розглянуто вплив параметрів циклічної деформації на механічні властивості холоднодеформованої заготовки і дані рекомендації щодо інтервалів варіювання цих параметрів.

Посилання

1. Шадрин А.Г., Галенко Б.А. Повышение пластичности нагартванной полосы путем знакопеременного изгиба // Черная металлургия: Бюл. НТИ, 1974, №14. С.50-51.
2. Воробьев Г.М., Шадрин Г.А.// Металлофизика, 1976. Вып.63. С.101-105.
3. Вакуленко И.А., Левченко Г.В. Исследование механизма атермического разупрочнения холоднокатаной низкоуглеродистой стали. //Металознавство та термічна обробка металів. №1 (12), 2001р. С. 9-12.
4. Фетисов В.П., Бабич В.К., Пирогов В.А. Определение деформируемости катанки из низкоуглеродистой стали при волочении // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». 1983. №17. С. 58-59.

NEW TECHNOLOGY TO IMPROVE SERVICE DURABILITY OF DUCKFOOT SWEEP CULTIVATOR BLADES

*PhD (Eng.), Senior Lecturer Ivan Rybalko
Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture
Kharkiv, Ukraine*

The analysis of the literature revealed that about 60% of duckfoot sweep cultivator blades of agricultural machinery lose their working capacity due to the point tip and wings wear. In this case, the point tip wears out by 30 mm, wings - by 15 mm in width. It is observed metal deformation in the working area of wings. Sufficiently a big number of methods for their reinforcing and repair were revealed. All of them are labor-consuming and after their use the resource of working bodies does not exceed ~ 70% comparing to the new ones. Over time, while operating, the metal loses its original properties; its degradation takes place [1]. Worn parts restoration is not considered to be expedient since it is impossible to provide necessary properties simultaneously for all zones of the cultivator blade, taking into account its damage rate.

The aim of the study was to develop a method of hardening of thin-walled cultivator blades by applying a programmed coating by hardfacing with a high-carbon alloyed electrode with modification of secondary raw materials for crushing the carbide phase, minimizing the transition zone and the tendency to form defects.

The goal of increasing consumer properties of the cultivator blades can be achieved by changing the reinforcing scheme and stable operation based on a statistical analysis of wear and deformation of such a product, with the subsequent possibility of reinforcing by surfacing with modifying and carbide-containing components of the electrode.

The use of such technology in production requires an innovative approach to obtain reinforcing stripes by electrode surfacing with minimization of stresses, as well as the formation of a metal structure without defects.

Earlier it was carried out some works on modifying by detonation charge from ammunition disposal when restoring parts of sufficient thickness [2, 3], when welding cracks in cast-iron body parts [4, 5]. It was found out that the introduction of secondary raw materials into a liquid bath while surfacing reduces heat input and creates favorable conditions for crystallization of various even non-technological high-carbon alloys. In this work, there was an equally challenging task of ensuring the application of high-quality reinforcing coatings on the thin cultivator blade, taking into account the nature of their wear and damage.

Having studied the nature of cultivator blades wear [6], a new method of their reinforcing along the working surface perimeter was proposed [7]. The method consists in surfacing wear-resistant stripes on the blade surface with the introduction of modifying agents with nano- and dispersed diamonds. Stripes on duckfoot sweep cultivator blade were formed according to Fig. 1, taking into account intensity and nature of its wear. According to the nature of wear, into point

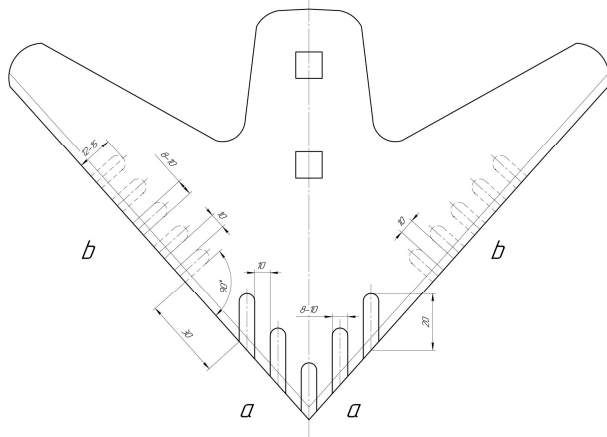


Figure 1 – The scheme of reinforcing stripes surfacing on a duckfoot sweep cultivator blade surface:

a - point tip; *b* – wings.

tip stripes with the size of 20 mm, and wings with the thickness of 12-15 mm with the distance of at least 10 mm between them will be formed by the reinforcing coating in order to prevent the length overlapping of heat-affected zones.

The optimal stripe sizes are determined from the conditions of the stress state formation during electrode surfacing, as well as by the coating quality and the tendency of the metal to damage during reinforcing. It is important to take into account, stresses appearing in the cutting edges and the

transition zone of the blade base, wings while operating. Taking into account the maximum wear and wings deformation, reinforcing stripes in these zones were applied from the opposite surface relatively to the point tip (see Fig. 1).

The possibility of using reinforcing surfacing to create stripes with T-620 carbide-containing electrode, which contains, %: 3,0 C, 2,2 Si, 1,2 Mn, 22,5 Cr, 0,7 Ti, 0,8 B, 0,03 S was studied. Such an electrode provides maximum penetration of the cultivator blade with the thickness of 6 mm to its depth up to 3 mm without defects when modifying it with a coating of non-magnetic component of the detonation charge obtained from the ammunition disposal. Such a charge, according to the chemical analysis, includes nano- and dispersed diamonds, and graphite (a small fraction) 3.37-3.43% C, as well as copper (up to 3.14%) and iron (up to 2.9%) [8].

Previous studies [7] showed that the optimal share of the modifying additive is 6-8%. For uniform entry into a liquid bath, it was used as an electrode coating. Current strength 160A and voltage 28V were used as the hardening parameters.

Application of the reinforcing technology to a small depth by stripes surfacing provides a high-quality reinforcing coating and fusion zone with minimal heat input due to the micro-refrigerators creation - inclusions of dispersed diamonds that do not dissolve in the liquid bath, but significantly reduce its temperature (by 250-300 °C). This reduces the grain size by 20%, the heat-affected zone by 40% and stress, and also increases the anisotropy of the structure in the applied reinforcing stripes not only on the cutting edge, but also in the base metal. The anisotropy of the structure in such a built-up metal is 0.95-0.97. These properties provide the operational durability increase due to the absence of the tendency of the metal to crack formation in the heat-affected zone of surfacing when stripes are applied.

Fig.2 comparatively shows the formed structures during surfacing without modifying by secondary charge (a), which were accompanied by crack formation in the varying thickness blade-base area, as well as in another blade part, and (b) using

a modifying agent, which was previously applied on the surface of electrodes $\varnothing 4,0$ mm with charge proportion of 6.0-8.0% [7]. When forming stripes, a current of 150-180A was used, the deposition rate was 17-19 m/h.

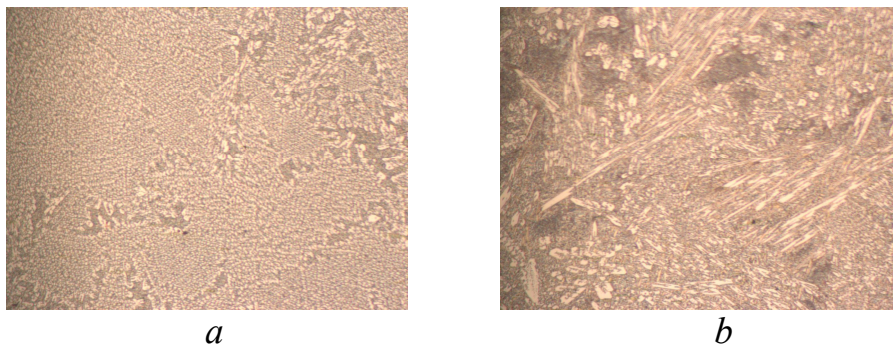


Figure 2 – Microstructure over the section of samples:

a - surfacing with T-620 electrode; *b* - surfacing with T-620 electrode with non-magnetic fraction modification of the detonation charge, x200.

Besides identified defects (pores, cavities and cracks), it should be noted that in the area of reinforcing stripes application a more heterogeneous structure is formed with the formation of zones of coarse, thin, and extended carbide sockets near the fusion boundary, which is characterized by increased microhardness.

When modifying, such carbide sockets are more evenly distributed in the metal matrix, and they differ in structure. Instead of extended thin inclusions, they are fragmented, what contributes to the formation of a more homogeneous structure, less stress state of the transition zone, as well as its length decrease. In this transition layer, there are no defects at all.

Distribution of chemical components along the depth of the surfaced stripe in accordance with two options - without and with the use of a modifying agent was locally estimated by X-ray electron probe analysis (XREPA).

When modifying metal surfacing in the stripe, the temperature of the liquid bath decreases (the presence of micro-refrigerators - diamonds) and the crystallization conditions change [9]. This is accompanied by increase in the average share of the carbide phase by 27% in the upper zone, in the middle by - 32% and transitional - 70%. Besides that, the homogeneity of the distribution of carbon-bearing phases in surfaced stripes is more uniform across the section during the modification with the secondary charge. Thus, during conventional surfacing, carbon concentration in the upper zone varies within 2.8%, the middle is 1.83%, and the transition one is 1.64%. In the case of modification, there is a large homogeneity in the distribution of this component in various zones. This corresponds to the achieved microhardness level. With the conventional method of surfacing there is a significant proportion of oxygen in all zones of analysis up to 1.6-3.39%. When modifying with the secondary charge, this component was singly detected only in the upper zone of the stripe (2.28%).

As for the distribution of Mn, Si, Mo components, they are close in concentration in comparable variants. Regarding the proportion of iron, its average value is 8.4% more when modifying, and in the upper and middle zones it differs

even more significantly - by 14.5%. The observed can be explained by the formation in these zones of a larger amount of cementite-type carbides.

Chromium distribution over the three analyzed zones is 2.2 times more uniform when using modifying with stripes application by surfacing, which is achieved by carbide phases crushing during crystallization.

Insignificant tendency of Al increase during the modification can be explained by the fact that this component is part of the detonation charge. It was revealed that its share in different surfacing zones (upper, middle) varies within 0.17-0.51% at conventional stripes surfacing and - within 0.22-0.59% in the case of modifying with a secondary charge.

The absence of difference in the content of Al and Si components can be related to the concentration change of these components, taking into account that with conventional application of stripes by surfacing, base metal inclusions emerge to the coverage area, and when modifying, they are a part of the modifier and their share in it is not stable.

Wearing tests were carried out on SMT-1 friction machine at State Enterprise V.A. Malyshev Plant.

The relative wear resistance of various reinforcing methods of parts surfaces was carried out and evaluated according to three variants [10]:

- 1 - source material of a cultivator blade steel 65G;
- 2 - surfacing with T-620 electrode with modification by a non-magnetic fraction of the detonation charge;
- 3 - surfacing with T-620 electrode.

Tests were carried out according to "disc-block" scheme. Tests of samples in the abrasive medium of quartz sand without lubrication were carried out according to Brinell scheme. Samples 10x10 mm in size, cut from the surfacing zone and processed on a surface grinder with a load of 5 kg, were subjected to testing. Counterbody - PTFE-4 – Fluoroplastic. In this test, fluoroplastic was used as a body to hold abrasive in the friction area. The sand from the Staroverovsky deposit (Ukraine) with a fraction of 0.25-0.4 mm was used as an abrasive. Before testing, the prepared samples (blocks, discs) were washed, marked, weighed on a WA-200 scales. Test results are shown in Table 1. The friction path was 100m.

Table 1 – Abrasion tests

No./no.	Reinforcing option	Wear, g
1	Source material of cultivator blade steel 65G	0.0145
2	Surfacing with T-620 electrode	0.0090
3	Surfacing with T-620 electrode with modification by a non-magnetic fraction of the detonation charge	0.0044

The proposed reinforcing method of cultivator blades is recommended for stable operation of equipment by minimizing the creation of local stresses, which ensures the absence of defects, as well as while operating - improvement of the working tool stability (excludes the deformation of the wings) and in 3 times increases wear resistance comparing to the product source material or reinforcing without modification.

Conclusion

1. A new solution is presented for a constructive approach to reinforcing cultivator blades without deformation and with the use of secondary raw material modification from the ammunition disposal with a non-magnetic fraction of the detonation charge, which makes it possible to use a high-carbon alloyed electrode metal.

2. As a result of the carried out research, a new reinforcing method of cultivator blades was developed and proposed. The method consists in applying reinforcing stripes on the point tip from the front side of the blade and on its wings from the back. According to the analysis of wear processes, it is optimal to apply reinforcing stripes on the point tip of 20 mm in size and 12 to 15 mm on the wings with a distance of at least 10 mm between them to prevent overlapping of the heat-affected zones.

3. When reinforcing stripes are surfaced with carbide-containing T-620 electrode, research were carried out on the possibility of using for modification non-magnetic fraction of the detonation charge from the ammunition disposal in the form of electrode coating. To control liquid bath temperature, the proportion of introduced modifier was optimized. It was found out that this combination of blade materials and reinforcing stripes allows to reduce heat input, improve surfacing quality (ensure coarse carbides crushing), increase hardness and wear resistance by 2 and 3 times comparing to the initial state and reinforcing without modifying additions, respectively, and also to eliminate defects formation when reinforcing quite a thin working tool.

References

1. Оценка степени деградации металла изделий в процессе эксплуатации. / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, И.Н. Рыбалко, А.Ю. Марченко, А.В. Тихонов // Міжнародний науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового і транспортного комплексів» - Харків: ХНТУСГ, 2018. - №11 – С. 49-59.
2. Марков А.В. Повышение эксплуатационной стойкости деталей сельскохозяйственного машиностроения с применением вторичного сырья / А.В. Марков // Научно-практический журнал «Агротехника и энергообеспечение» - Орел, 2015. – № 5 (9). - С. 12-25.
3. Марков А.В. Применение вторичного сырья и модифицирующих присадок для повышения эксплуатационных свойств изделий / А.В. Марков // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». – Харьков, 2015. - Вип. 158. – С. 162-176.
4. Эффективная технология восстановления корпусных деталей из серого чугуна методом заварки дефектов. / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, А.В. Сайчук, Е.Л. Белкин // Сварочное производство. - 2017. - № 12. - С.33-39.
5. Патент №114950 Україна, МПК В23К 9/04 (2006.01), В23К 35/22 (2006.01) Спосіб підвищення якості відновлення тонкостінних виробів з сірого чавуну / Т.С. Скобло, О.І. Сідашенко, О.В. Сайчук, І.М. Рибалко, О.О. Радченко, В.Л. Маніло, В.А. Бантковський, О.В. Марков; заявник та патентотримувач Т.С. Скобло. u2016 10481. заявл. 17.10.16.; опубл. 27.03.17., Бюл. № 6.

6. Evaluation of the stress state of a cultivator blade in production and operation / T. Skoblo, I. Rybalko, A. Tihonov, T. Maltsev // Research in Agricultural Engineering. – 2020. - Vol. 66, Issue 2. - P. 60-65. <https://doi.org/10.17221/8/2020-RAE>
7. Патент №130824 Україна МПК (2018.01) A01B 23/00, A01B 35/00 Спосіб підвищення зносостійкості стрілкової лапи культиватора / Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Олейник О.К.; заявник та патентоутримувач Т.С. Скобло. - и 2018 06896. заявл. 19.06.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл.№ 24.
8. П а т е н т №138685 Україна МПК (2006) B22D 19/00 B22D 19/08 (2006.01) Спосіб одержання детонаційної шихти з алмазною фракцією / Скобло Т.С., Нанка О.В., Сідашенко О.І., Кусков Ю.М., Сайчук О.В., Романюк С.П., Марков О.В., Самсонов Ю.В.; заявник та патентоутримувач Т.С. Скобло. - и 2019 04939. заявл. 10.05.2019; опубл. 10.12.2019, Бюл.№ 23.
9. Нарита К. Кристаллическая структура неметаллических включений в сали / К. Нарита - М.: Металлургия, 1969. - 191 с.
10. Improving the wear resistance of hoe blades by modifying of restoration coatings / T.S. Skoblo, I.N. Rybalko, A.V. Tihonov, T.V. Maltsev // Problems of Tribology – 2019. - 94 (4) - P. 27-31.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ГУМ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ НА СТИСКАННЯ В ШИРОКОМУ ДІАПАЗОНІ ДЕФОРМАЦІЙ

Проф., доктор техн. наук В.А. Ропай

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

Доц., канд. техн. наук Н.В. Каряченко

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

Гума як конструкційний матеріал набула найширшого розповсюдження в різних галузях промисловості, зокрема, в гірничо-металургійній промисловості, в автомобільному та рейковому транспорті: гумотросові канати (ГТК) і стрічки (ГТС), конвеєрні стрічки, захисні футеровки й демпфери, гумокордні оболонки, шини, ущільнення, віброізолятори – це далеко не повний перелік деталей, що працюють при циклічних навантаженнях. Гума завдяки високій поглинальній здатності, довговічності, надійності (гумові елементи володіють відсутністю раптовості відмови) практично не має рівних серед інших матеріалів (метали, дерево, пластики та ін.).

Гумотросові канати і стрічки в зонах контактів з твердими поверхнями причіпних пристроїв відчувають місцеві контактні навантаження, які можуть досягати руйнівних значень для гумової оболонки (гумової матриці) зазначених виробів. Тому задача визначення жорсткісних параметрів гумотехнічних виробів в зонах великих питомих тисків при контакті з твердими поверхнями провідних барабанів і шківів підйомно-транспортного устаткування є актуальною.

При розрахунку напружено-деформованого стану (НДС) гумотросових тягових органів необхідно враховувати дві особливості. По-перше – фізичну нелінійність параметрів гуми і, по-друге – ту обставину, що відносна деформація гумової матриці при навантаженні змінюється не в межах 3-4% як для металів і гірських порід, а досягає 75-80%.

У цих умовах жорсткісні параметри гумових матриць ГТК і ГТС зазнають значних змін, що обов'язково повинно бути враховано при дослідженні їх НДС.

Метою описуваних нижче експериментальних досліджень є виявлення характеру нелінійних залежностей напружень від відносних деформацій при стисканні для основних марок гум, які використовуються для виготовлення гумотросових і гумотканинних стрічок і ГТК для гірничої промисловості.

Випробування проводилися відповідно до вимог державних стандартів. Випробуванням піддавалися зразки 5 типів гум: 4 – українських (Р-25, 16-02, РМЗ-1, РМЗ-2) та 1 – польський (РТТ). Було виготовлено і випробувано по 3 зразка кожного з 5 типів гум.

Випробувальна машина УМ-5 дозволяє випробувати зразки матеріалів на розтягування і стискання з прикладенням навантажень в двох діапазонах: до 20 і до 50 кН.

Державний стандарт пропонує навантажувати зразки гуми в межах їх відносної деформації $0 \leq \varepsilon \leq 0,5$. В реальних умовах навантаження гумотехнічних виробів гума відчуває деформації стискання в більшому діапазоні. Тому, вперше, у випробуваннях зразків гум навантаження здійснювалися до $\varepsilon \leq 0,7$. Проводилися одне і багаторазові навантаження зразків. Фіксувалися діаграми навантаження і розвантаження зразків для можливої оцінки параметрів гістерезису в гумі.

Діаграмний пристрій випробувальної машини УМ-5 фіксує діаграму розтягування (стискання) зразків, фіксуючи по осі ординат зусилля в кг, а по осі абсцис – абсолютну деформацію зразка в мм. При обробці результатів експериментів було виконано перерахунок абсолютної деформації на відносну ε , зусилля перераховані в напруження σ , як відношення зусилля стискання зразка до площі його поперечного перерізу.

Відповідно до державного стандарту розрахунок напружень слід виконувати за формулою:

$$\sigma = \frac{P}{A_0},$$

де P – зусилля, що стискає (розтягує), A_0 – початкова площа поперечного перерізу зразка.

На рис.1 представлені залежності $\sigma(\varepsilon)$ при трьох послідовно навантажених та розвантажених зразків гум РМЗ-2. Лінії 1, 2, 3 відповідають першому, другому і третьому навантаженню, лінія 4 відповідає

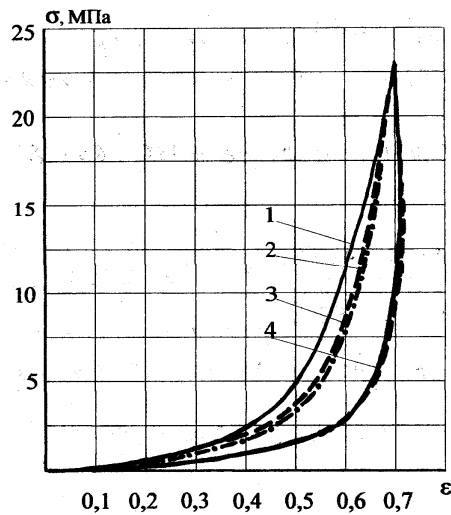


Рис. 1. Діаграма стискання зразка гуми типу РМЗ-2 в діапазоні деформацій $0 \leq \varepsilon \leq 0,7$

розвантаженню зразків. Залежності $\sigma(\varepsilon)$ при розвантаженні в трьох випробуваннях збігаються.

Для зразків гуми РМЗ-2 в діапазоні деформацій стискання до $\varepsilon \leq 0,7$ залежність задовільно описується наступними поліномами:

а) при навантаженні

$$\sigma = 0,158 - 21,134\varepsilon + 234,4\varepsilon^2 - 699,8\varepsilon^3 + 677,65\varepsilon^4,$$

зі стандартною помилкою $S = 0,695$ і

кореляційним коефіцієнтом $r = 0,998$;

б) при розвантаженні

$$\sigma = 0,005 - 29,26\varepsilon + 637,7\varepsilon^2 - 4582,6\varepsilon^3 + 14893,7\varepsilon^4 - 22328\varepsilon^5 + 12576,4\varepsilon^6,$$

при $S = 0,312$, $r = 0,9998$.

Зазначені результати підтверджують обумовлені в роботі [1] попередні

«тренування» матеріалу перед випробуванням, тобто попереднє неодноразове навантаження і розвантаження зразків. Для інших зразків на рис. 2–5 представлені залежності $\sigma(\varepsilon)$ після неодноразового навантаження – розвантаження.

Для зразка гуми типу Р-25 в діапазоні деформацій стискання до $\varepsilon \leq 0,7$ (рис.2) залежність $\sigma(\varepsilon)$ задовільно описується такими поліномами:

$$\sigma = -0,297 + 16,743\varepsilon - 84,927\varepsilon^2 + 142,103\varepsilon^3,$$

при $S = 0,529$ і $r = 0,9989$, але точніше ця залежність описується поліномом четвертого ступеня:

$$\sigma = 0,028 - 2,636\varepsilon + 48,644\varepsilon^2 - 146,204\varepsilon^3 + 193,106\varepsilon^4,$$

при $S = 0,22$ і $r = 0,9999$.

Для зразка гуми типу 16-02 в діапазоні деформацій стискання до $\varepsilon \leq 0,7$ (рис. 3) залежність $\sigma(\varepsilon)$ задовільно описується поліномами:

а) при навантаженні

$$\sigma = 0,036 - 7,005\varepsilon + 117,924\varepsilon^2 - 365,549\varepsilon^3 + 424,929\varepsilon^4,$$

при $S = 0,37$, $r = 0,9995$;

практично точно ця залежність описується поліномом 7 ступеня

$$\sigma = 12,717\varepsilon - 234,02\varepsilon^2 + 2329,02\varepsilon^3 - 10907,01\varepsilon^4 + 26537,54\varepsilon^5 - 31779,17\varepsilon^6 + 15008,60\varepsilon^7,$$

при $S = 0$, $r = 1,0$;

б) при розвантаженні – практично точно ($S = 0$, $r = 1,0$) описується поліномом 7 ступеня

$$\sigma = 55,557\varepsilon - 1313,33\varepsilon^2 + 12069,63\varepsilon^3 - 54144,29\varepsilon^4 + 127290,05\varepsilon^5 - 150561,06\varepsilon^6 + 70767,17\varepsilon^7.$$

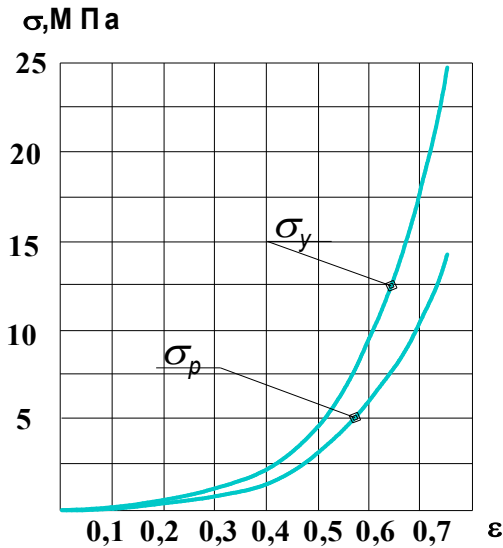


Рис. 2. Діаграма стиснення зразка гуми типу P-25 в діапазоні деформацій $0 \leq \varepsilon \leq 0,7$

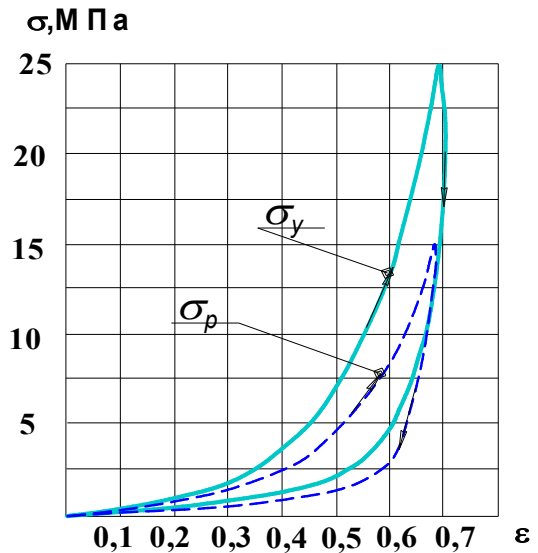


Рис. 3. Діаграма стиснення зразка гуми типу 16-02 в діапазоні деформацій $0 \leq \varepsilon \leq 0,7$

Для зразка гуми типу РМЗ-1 в діапазоні деформацій стиснення до $\varepsilon \leq 0,7$ (рис. 4) залежність $\sigma(\varepsilon)$ задовільно описується наступними поліномами:

а) при навантаженні

$$\sigma = 0,003 + 4,365\varepsilon + 8,389\varepsilon^2 - 2,056\varepsilon^3 + 105,051\varepsilon^4,$$

при $S = 0,122$, $r = 0,9999$;

б) при розвантаженні – практично точно ($S = 0$, $r = 1,0$) описується поліномом 7 ступеня

$$\sigma = 75,344\varepsilon - 1806,77\varepsilon^2 + 16579,85\varepsilon^3 - 74946,69\varepsilon^4 + 178872,72\varepsilon^5 - 215975,49\varepsilon^6 + 144001,56\varepsilon^7.$$

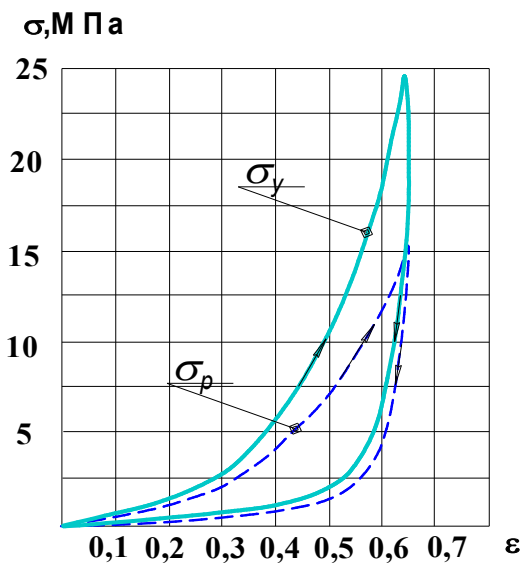


Рис. 4. Діаграма стиснення зразка гуми типу РМЗ-1 в діапазоні деформацій $0 \leq \varepsilon \leq 0,7$

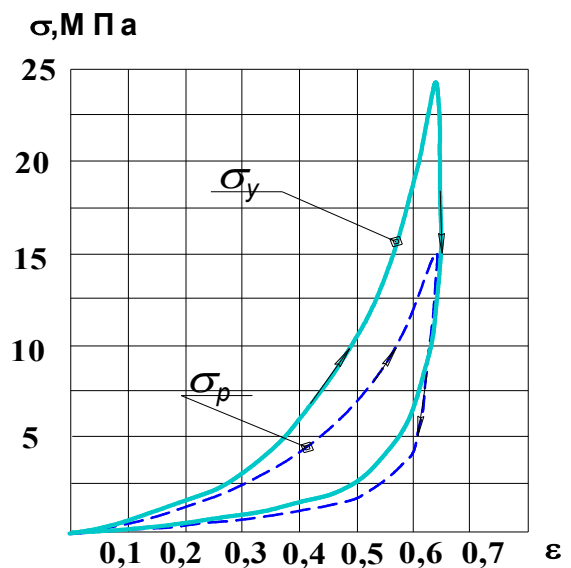


Рис. 5. Діаграма стиснення зразка гуми типу RTT в діапазоні деформацій $0 \leq \varepsilon \leq 0,7$

Для зразка гуми типу RTT в діапазоні деформацій стискання до $\varepsilon \leq 0,7$ (рис. 5) залежність $\sigma(\varepsilon)$ задовільно описується такими поліномами:

а) при навантаженні – поліномом 4 ступеня

$$\sigma = -0,005 + 7,283\varepsilon + 5,009\varepsilon^2 - 12,801\varepsilon^3 + 118,837\varepsilon^4,$$

при $S = 0,140$ і $r = 0,9999$.

б) при розвантаженні – практично точно ($S = 0, r = 1,0$) – поліномом 7 ступеня

$$\sigma = 93,275\varepsilon - 2199,13\varepsilon^2 + 20023,92\varepsilon^3 - 89677,25\varepsilon^4 + \\ + 211863,24\varepsilon^5 - 253053,67\varepsilon^6 + 120446,86\varepsilon^7$$

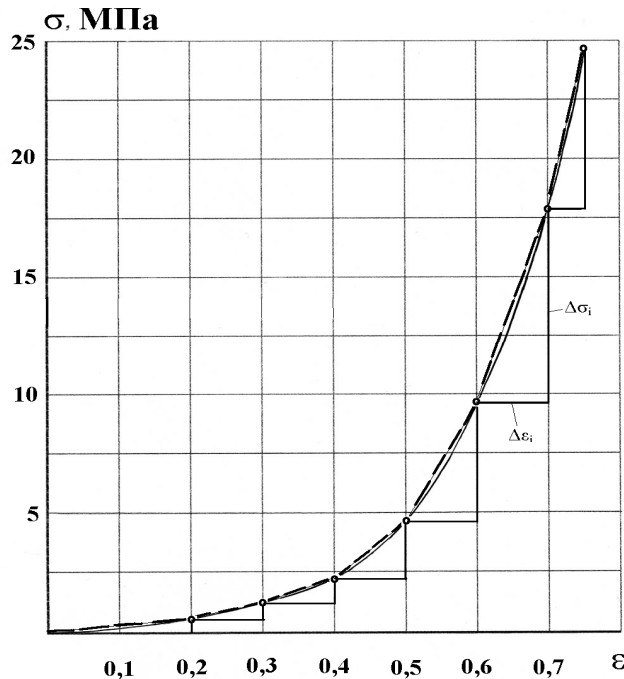


Рис.6. Лінійна апроксимація (пунктирна лінія) експериментальної залежності $\sigma(\varepsilon)$ при стисканні гуми марки P-25

методи вирішення зазначених задач вимагають кусково-лінійної апроксимації залежностей $\sigma(\varepsilon)$, представлених на рис. 1–5.

Процедура лінійної апроксимації представлена на рис.6 для гуми марки P-25.

Експериментальна залежність $\sigma(\varepsilon)$ (суцільна лінія) замінюється ламаною прямою (пунктирна лінія). Для кожної ділянки ламаної лінії показані прирости напружень $\Delta\sigma_i$, що відповідають приростам відносних деформацій стискання $\Delta\varepsilon_i$. На кожній ділянці ламаної залежності $\sigma(\varepsilon)$ обчислювався модуль пружності гуми при стисканні

$$E = \frac{\Delta\sigma_i}{\Delta\varepsilon_i}.$$

Отримані таким чином значення модулів пружності гуми при стисканні в кожному діапазоні деформацій для 5-ти марок випробовуваних гум наведені в табл. 1.

При вирішенні багатьох нелінійних крайових задач теорії пружності (фізична або геометрична нелінійності) вважається за доцільне приведення їх до послідовності рішень лінійних задач.

Основна ідея такого підходу до вирішення пружно-пластичного деформування тіл і течії в'язкої рідини належить А.А.Ільшину [2]. У наступні роки цей підхід неодноразово застосовувався в різних модифікаціях для вирішення задач теорії пружності і пластичності з фізичною та геометричною нелінійністю і називався «методом пружних рішень», оскільки чисельні

Таблиця 1 – Значення модулів пружності випробовуваних гум при стисканні в різних діапазонах деформації

Діапазон відносної деформації	Модуль пружності гум при стисканні, МПа				
	P-25	16-02	PM3-1	PM3-2	RTT
$0 < \varepsilon \leq 0,2$	2,7	5,1	7,1	2,6	8,8
$0,2 < \varepsilon \leq 0,3$	7,1	8,8	12,81	5,1	14,9
$0,3 < \varepsilon \leq 0,4$	9,8	17,06	31,1	9,5	27,7
$0,4 < \varepsilon \leq 0,5$	25,0	36,5	47,3	16,5	45,3
$0,5 < \varepsilon \leq 0,6$	48,6	66,2	82,4	41,9	84,5
$0,6 < \varepsilon \leq 0,7$	83,2	148,0	116	152	110

Висновки.

1. Вперше проведені випробування гум, що застосовуються для виготовлення гумотросових канатів і стрічок на стискання в діапазоні відносної деформації гумових матриць до $\varepsilon \leq 0,7$.

2. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлені нелінійні залежності напружень від відносної деформації $\sigma(\varepsilon)$ і значення модулів пружності E п'яти типів гум при кусково-лінійній апроксимації отриманих кривих. Ці результати бути можуть використані при розрахунку напружено-деформованих станів гумотехнічних виробів гірської промисловості в зонах великих питомих тисків, при контакті з твердими поверхнями причіпних пристроїв, провідних барабанів і шківів підйомно-транспортного устаткування.

Посилання

1. Лавандел Е.Е Розрахунок гумотехнічних виробів/Лавандел Е.Е.–М.: Машинобудування, 1976. – 232 с.
2. Ільющин А.А. Пластичність / Ільющин А.А. – М.: Гостехиздат, 1948. – 376 с.

ПОРІВНЯННЯ ТЕХНОЛОГІЙ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРІВАННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ШИХТИ

Доц., канд. техн. наук М.Р. Руденко, доц., канд. техн. наук М.А. Кащев, магістрант Р.М. Руденко, викл. хімії та біології О.В. Сорока*

Дніпровський державний технічний університет

м. Кам'янське, Україна

*** Вище професійне гірничо-будівельне училище,**

м. Горішні плавні, Україна

Зростаюча потреба в залізорудній сировині задовільняється за рахунок розробки родовищ бідних залізних руд. І перспективи вмісту заліза не більше 35 %. Зростання якісно-кількісних показників збагачення залізних руд буде

відбуватися за рахунок реконструкції, та введення в дію нових гірничо-збагачувальних комбінатів.

В даний час вміст тонкоподрібнених концентратів в агломераційній шихті підприємств України становить понад 65...70% [1]. Це значно знижує продуктивність агломераційних машин і якість агломерату. Крім того, використання тонкоподрібнених відходів (колошниковий пи́л, шлами та інш.) посилює зниження техніко-економічних показників процесу спікання. Це відбувається через недостатню увагу до технології виробництва і застарілість устаткування.

Як відомо, одним з ефективних способів інтенсифікації агломераційного процесу, є попередній підігрів агломераційної шихти перед процесом спікання [2, 3]. Шихту нагрівають за рахунок подачі гарячих звороту і вапна, спалюванням природного газу в орудковувачі барабанного типу. Тепло звороту не забезпечує підігрів до точки, при якій не відбувається конденсація вологи в шарі шихти. Використання гарячого вапна також не вирішує в повній мірі підігрів. Крім того, такі способи змушують установки приточно-витяжної вентиляції в галереях транспортування нагрітої агломераційної шихти. А точки викиду є додатковими джерелами забруднення навколишнього середовища. Практично не використовується технологія підігрівання аглошихти пародимоповітряною сумішшю. Один із варіантів такої технології розроблений в умовах наукової лабораторії кафедри металургії чорних металів Дніпровського державного технічного університету (м. Кам'янське).

Мета роботи: порівняння технологій низькотемпературного нагріву агломераційної шихти пародимоповітряними сумішами отриманими окремо і за рахунок спалювання природного газу в барабанному орудковувачі.

На рис. 1 наведено результати вимірювання температури корпусу барабанного орудковувача, та характеру зміни, при звичайній технології по його довжині, та при нагріванні газовими пальниками. При нагріванні шихти, за допомогою спалювання природного газу в просторі барабанного орудковувача, відбувається перегрівання корпусу. Це негативно впливає на його роботу, та умови праці.

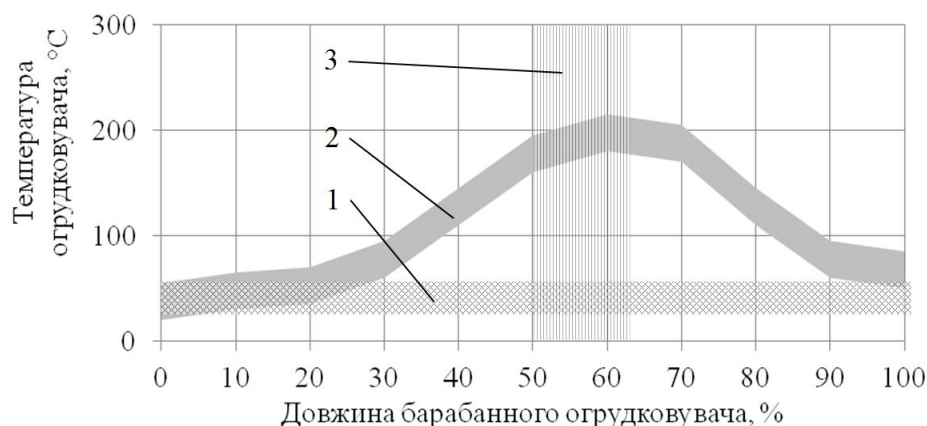


Рисунок 1 – Характер зміни температури корпусу барабанного орудковувача по його довжині при звичайній технології, та при нагріві газовими пальниками
1 – область звичайної технології; 2 – область нагріву газовими пальниками з витратою газу 150-220 м³/год.; 3 – область установки газових пальників

З метою уточнення переваг нагрівання агломераційної шихти пародимоповітряною сумішшю, в порівнянні з підігрівом шляхом спалювання природного газу при огрудкуванні, були проведені порівняльні дослід. На рис. 2 представлено вплив витрати газу і способу його спалювання на температуру шихти перед процесом агломерації. Шихта нагріта пародимоповітряною сумішшю, має температуру вищу, ніж при нагріванні газовими пальниками. При витраті природного газу $140 \text{ м}^3/\text{год.}$, що спалюється різними способами, температура шихти при нагріванні пародимоповітряними сумішами більше на $8\ldots 10^\circ\text{C}$.

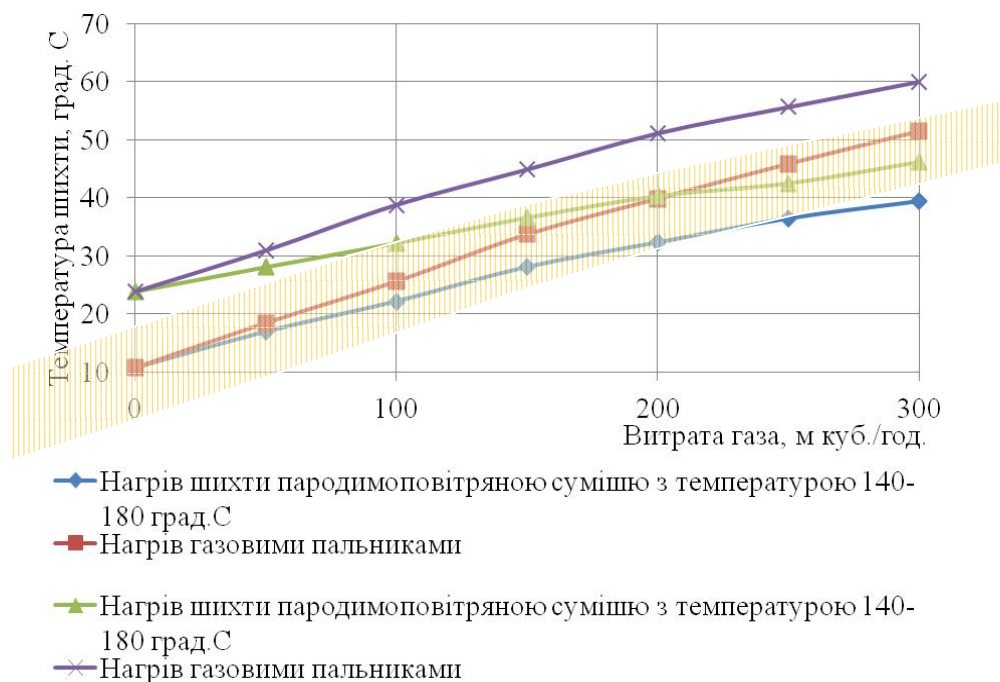


Рисунок 2 – Вплив витрати газу і способів його спалювання на температуру агломераційної шихти

Висновки. Досліджено особливості нагріву агломераційних шихт пародимоповітряними сумішами різної температури. Більш високу температуру нагріву шихти забезпечує суміш з температурою $140\ldots 180^\circ\text{C}$. При витраті $140 \text{ м}^3/\text{год.}$ природного газу, на отримання пародимо-повітряної суміші заданих параметрів, нагрівання шихти досягає максимального ($20\ldots 22^\circ\text{C}$) градієнту температур. Ступінь дозволення при цьому не перевищує 10 % відн.

Посилання

1. Теоретичні основи виробництва окускованої сировини: Навчальний посібник (МОН) /Д.А. Ковальов, Н.Д. Ванюкова, В.П. Іващенко та ін. — НМетАУ. —Дніпропетровськ: ІМА-прес. 2011. 476 с.
2. Коротич В. И., Пузанов В. П. Газодинамика агломерационного процесса. — Москва: Металлургия, 1969. — 208 с.
3. Коротич В. И., Фролов Ю. А., Каплун Л. И. Теоретические основы технологий окускования металлургического сырья. Агломерация: учебное пособие. — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. — 417 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ СТАРЕЮЩЕГО ТЕЛА (ПОЛИМЕРА)

Проф., докт. техн. наук Е.А. Сдвижкова, доц., канд. физ.-мат. наук О.В. Бугрим, доц., канд. техн. наук С.Е.Тимченко, доц., канд. техн. наук Д.В. Клименко

Национальный технический университет

«Днепровская политехника», г. Днепр, Украина

Dnipro University of Technology, Department of High mathematics, Dnipro, Ukraine

В машиностроении и строительстве широкое распространение получили материалы, деформативная способность которых со временем изменяется. Процессы ползучести в таких материалах наиболее полно описываются на основе теории наследственного старения [1,2]. Учет свойства ползучести и старения имеет большое значение для обеспечения надежности и долговечности машин и сооружений при максимальном облегчении веса конструкций.

В прикладных задачах теории вязкоупругости важным вопросом является выбор ядра определяющего уравнения, которое базируется на связи между составляющими напряжения и деформации в виде интегрального уравнения Вольтерра. При выборе ядра с одной стороны следует учитывать основные особенности процесса ползучести, а с другой эффективно решать граничные задачи.

При выборе математической модели описания ползучести нестабильных сред используется модель со слабосингулярными функциями влияния, что позволяет отразить такой экспериментальный факт как бесконечно большие скорости деформации и релаксации напряжений в момент приложения нагрузки. Ядро исходного уравнения выбирается в виде произведения двух функций, одна из которых отражает свойство старения материала, а другая характеризует его наследственное поведение и особенность в момент нагружения [3].

Зависимость между деформацией и напряжением примем в виде

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E(t)} + \int_{t_0}^t \eta(s) H(t-s) \sigma(s) ds \quad (1.1)$$

Одним из основных препятствий к использованию уточненных ядер наследственности является отсутствие в общем случае эффективных методов решения определяющего уравнения модели наследственно стареющего тела.

Существуют различные подходы к решению граничных задач упруго-ползучего тела. Если на границе тела действуют упруго-податливые связи, то решение задачи целесообразно начинать с исключения пространственных координат, используя для этого разложение по ортонормированной системе координатных функций или методом Бубнова - Галеркина. Если же упруго-податливые связи отсутствуют, то решающее значение имеет аналогия, которая позволяет задачу ползучести привести по форме к упругой. Суть метода сводится к отысканию упругого решения, формальной замене в нем

упругих величин соответствующими обобщенными величинами и затем к переходу к истинным вязко-упругим значениям в результате решения исходного интегрального уравнения, которое реализуется с помощью численной процедуры. В качестве такого приближенного метода можно применить метод Ланцоша для решения линейного дифференциального уравнения с переменными коэффициентами, правая часть которого функция полиномиального вида [4].

Метод Ланцоша можно использовать также для решения интегральных и инегродифференциальных уравнений.

В уравнении (1.1) положим в качестве функции $H(t-s)$ экспоненту дробного порядка [5-6].

$$\mathfrak{Z}_\alpha(\beta; t-s) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\beta^n (t-s)^{n(1+\alpha)+\alpha}}{\Gamma[(n+1)(1+\alpha)]}, \quad \beta < 0, \quad -1 < \alpha \leq 0. \quad (1.2)$$

Здесь $\Gamma(0)$ - гамма функция, α, β - реологические параметры.

Принимая модуль упругости в форме

$E(t) = E_0 \varsigma^{-1}(t) = E_0(1-\gamma(t)), \quad 0 < \gamma < 1, \quad \gamma(\infty) = 0$, получим

$$\varsigma(t)y(t) + E_0 \mathfrak{Z}_\alpha^*(\beta)\eta(t)y(t) = f(t) \quad (1.3)$$

Здесь обозначено

$$E_0 \varepsilon(t) = f(t), \quad \sigma(t) = y(t), \quad \mathfrak{Z}_\alpha^*(\beta)\phi(t) = \int_{t_0}^t \mathfrak{Z}_\alpha(\beta, t-s)\phi(s)ds \quad (1.4)$$

Причем оператор $\mathfrak{Z}_\alpha^*(\beta)$ - действует на все следующие за ним множителями функции времени. Функция $\mathfrak{Z}_\alpha(\beta, t-s)$ - является резольвентой по отношению к ядру Абеля $\beta I_\alpha(t-s)$, где

$$I_\alpha(t-s) = \frac{(t-s)^\alpha}{\Gamma(1+\alpha)}, \quad -1 < \alpha \leq 0 \quad (1.5)$$

Связь между ними в операторной форме представляется так [5]

$$\mathfrak{Z}_\alpha^*(\beta) = \frac{I_\alpha^*}{1 - \beta I_\alpha^*} \quad (1.6)$$

Действие оператора Абеля I_α^* на функцию времени определяется формулой

$$I_\alpha^*\phi(t) = \int_{t_0}^t I_\alpha(t-s)\phi(s)ds \quad (1.7)$$

С учетом (1.5) уравнение (1.3) принимает форму

$$(1 - \beta I_\alpha^*)\varsigma(t)y(t) + I_\alpha^* E_0 \eta(t)y(t) = (1 - \beta I_\alpha^*)f(t) \quad (1.8)$$

Функции $\varsigma(t)$ и $\eta(t)$, характеризующие старение упругой и наследственной реакции материала монотонно убывают со временем, приближаясь асимптотически к некоторым постоянным. Для всякого материала можно указать момент времени t_1 , после которого обе функции практически совпадают со своими предельными значениями.

Будем искать решение уравнения (1.8) на интервале $[t_0, t_1]$. При $t > t_1$ материал ведет себя как наследственно упругий.

Введем обозначение, преобразующее интервал $[t_0, t_1]$ к интервалу $[0, 1]$

$$\theta = \frac{t-t_0}{t_1-t_0}, \quad 0 \leq \theta \leq 1 \quad (1.9)$$

Предположим, что известная функция $f(t)$ имеет ограниченную производную. Этого достаточно для существования равномерной аппроксимации вида

$$f(t) = \sum_{m=0}^n f_m \theta^m, \quad (r=1+\alpha) \quad (1.10)$$

Естественно считать, что определенные из опыта функции $\varsigma(t)$ и $\eta(t)$ с достаточной точностью можно аналогичным образом аппроксимировать полиномами

$$\varsigma(t) = \sum_{m=0}^{k_1} \varsigma_m \theta^m, \quad \eta(t) = \sum_{m=0}^{k_2} \eta_m \theta^m \quad (1.11)$$

Полагая
$$y(t) = \sum_{m=0}^n y_m \theta^m \quad (1.12)$$

Подставим выражения (1.10), (1.11) и (1.12) в уравнение (1.8). Выполняя с учетом (1.5) и (1.11) интегрирование (1.7) находим

$$\sum_{m=0}^{n+l+1} \theta^m \sum_{k=0}^{l+1} [\varsigma_k + \Delta t_1^r \Omega_m^{m-1} (E_0 \eta_{k-1} - \beta \varsigma_{k-1})] y_{m-k} = \sum_{m=0}^{n+1} \theta^m (f_m - \beta \Delta t_1^m \Omega_m^{m-1} f_{m-1}) \quad (1.13)$$

Здесь $\Omega_j^m = \frac{\Gamma(r(m+1))}{\Gamma(rj+1)}$; $f_{-k} = y_{-k} = f_{n+k} = y_{n+k} = \varsigma_{l_1+k} = \eta_{l_2+k} = 0, \quad (k > 0),$

l - наибольшее из чисел l_1 и l_2 ; $\Delta t_1 = t_1 - t_0$.

Приравнивание коэффициентов при одинаковых степенях величины θ^r в уравнении (1.13) лишь переопределяет систему неизвестных y_n , причем степень переопределенности равна $l+1$. Переопределение исчезает, если в правую часть (1.13) ввести невязку

$$\hat{T}_{n+1}(\theta^r)(\tau_0 + \tau_1 \theta^r + \dots + \tau_l \theta^{rl}) \quad (1.14)$$

Здесь $\hat{T}_n(x) = \sum_{m=0}^n C_n^m x^m$, (C_n^m - известные коэффициенты) смещенные полиномы Чебышева [5].

Методам неопределенных коэффициентов получаем $n+l+2$ уравнения, из которых определяются все y_m ($m=0,1,\dots,n$) и τ_k ($k=0,1,\dots,l$).

Количество τ -членов тем меньше, чем ниже степень аппроксимирующих полиномов (1.11). Как правило, эти степени достаточно низкие и в невязке (1.14) достаточно удержать всего три τ -члена.

Использование в задачах вязкоупругости экспоненты дробного порядка (1.2) часто приводит к необходимости вычислять свертку $\mathcal{E}_\alpha^*(\beta)f(t)$ ($t_0=0$). Для больших значений t такое вычисление осуществляется с помощью асимптотических формул. При небольших значениях t можно предположить, что на отрезке $[0;t_1]$ функция $f(t)$ допускает представление (1.10).

Имеем

$$y(t) = \mathcal{E}_\alpha^*(\beta)f(t) \quad \text{или} \quad (1-\beta I_\alpha^*)y = I_\alpha^*f(t) \quad (1.15)$$

Степень переопределенности при использовании τ - метода Ланцоша будет равна единице и в правую часть уравнения достаточно ввести один τ -член - $\tau \hat{T}_{n+1}(\theta^r)$. Принимая $y(t)$ в форме (1.12) получаем

$$y_0 = \tau C_{n+1}^0; \quad y_m = \tau C_{n+1}^m + \beta^{-1} \sum_{k=0}^{m-1} (\beta t_1^r)^{m-k} \Omega_m^k (f_k + \tau \beta C_{n+1}^k) \quad (1.16)$$

$$\tau = -\frac{1}{\beta} \cdot \frac{\sum_{k=0}^n (\beta t_1^r)^{-k} \Omega_n^k f_k}{\sum_{k=0}^{n+1} (\beta t_1^r)^{-k} C_{k+1}^k \Omega_n^k} \quad (1.17)$$

В частности, при $f(t)=1$ находим

$$y_0 = \tau C_{n+1}^0; \quad y_m = \tau \sum_{k=0}^m (\beta t_1^r)^{m-k} C_{n+1}^k \Omega_m^k + \beta^{-1} (\beta t_1^r)^m \Omega_m^n, \quad m=1, 2, \dots, n \quad (1.18)$$

$$\tau^{-1} = -\beta \sum_{k=0}^{n+1} (\beta t_1^r)^{-k} C_{n+1}^k \Gamma(kr+1) \quad (1.19)$$

Вычисления для случая $f(t)=1$, $r=0.3$, $\beta t_1^r=-2.5$, $\theta=1$ при $n=9$ дают значения $\mathcal{E}_\alpha^* \cdot 1 = 0.30199$ с погрешностью $|\tau| < 10^{-5}$. При непосредственном интегрировании ряда (1.2) такая же точность достигается учетом не менее 215 членов разложения.

Если в качестве $H(t-s)$ положить функцию А.Р. Ржаницина [7]

$$P_\alpha(\beta, t-s) = \frac{e^{\beta(t-s)}(t-s)^\alpha}{\Gamma(1+\alpha)}, \quad \beta < 0; \quad -1 < \alpha \leq 0, \text{ то уравнение (1) принимает вид}$$

$$\zeta(t)y(t) + I_\alpha^* E_0 \eta(t)y(t) = f(t), \quad (1.20)$$

где обозначено $y(t) = e^{-\beta t} \sigma(t)$, $f(t) = E_0 e^{-\beta t} \varepsilon(t)$.

Решение этого уравнения можно осуществить тем же приемом, что и выше. С учетом представлений (1.10), (1.11) и (1.12), получаем

$$\sum_{m=0}^{n+l+1} \theta^{rm} \sum_{k=0}^{l+1} (\zeta_k + \Delta t_1^r \Omega_m^{m-1} E_0 \eta_{k-1}) y_{m-k} = \sum_{m=0}^{n+1} \theta^{rm} f_m \quad (1.21)$$

Вводя в правую часть этого равенства невязку в форме (1.14) и приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях величины θ^r , получим систему $n+l+2$ уравнений, из которых определяем значения $y_m (m=0, 1, \dots, n)$ и $\tau_k (k=0, 1, \dots, l)$.

Выводы

1. Приведенное решение задачи реологического поведения стареющего тела (полимера) учитывает, как эффекты наследственного характера и изменение во времени модуля упругости, так и влияние возраста материала к моменту нагружения на предельные деформации ползучести с помощью канонических полиномов и τ -метода Ланцоша.

2. Построенные данным методом полиномы, приближают искомое решение примерно в 2^n раз лучше, чем гипергеометрические функции.

Ссылки

1. О.В. Бугрим, С.Е. Тимченко, Л.В. Карманова Канонические полиномы в задаче об изгибе круглой пластины переменной толщины / Матеріали ХІІ міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті», Варна, 2016, С. 57-61.
2. О.В. Бугрим, С.Е. Тимченко, Л.І. Шелест О решении задач ползучести и релаксации стареющего тела (полимера) / Математика в сучасному

- університеті. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції 28-29 грудня 2017 р., Київ, С. 22-26.
3. Ланцош К. Практические методы прикладного анализа, М., Физматгиз, 1961.
 4. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций, М., Изд-во "Наука", 1966.
 5. Дж. Голуб, Ч.Ван Лоун. Матричные вычисления. – М.: "Мир".–1999.–548с.
 6. Бугрим О.В., Карманова Л.В., Тимченко С.Е, Об одном варианте описания ползучести стареющего бетона / Перспективні напрямки світової науки матеріали 36 Всеукраїнської конференції «Інноваційних потенціал світової науки – ХХІ сторіччя» том 2 Природничі та точні науки 2015, С.32
 7. Ржаницин А.Р, Теория ползучести. Стройиздат, М. 1968.

АНАЛІЗ ОКРЕМИХ ДАНИХ ЩОДО ВПЛИВУ ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ НА ІНТЕНСИФІКАЦІЮ ПРОЦЕСУ АНАЕРОБНОГО ЗБРОДЖУВАННЯ СТОКІВ ТА ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД

Аспірантка Поліна Скворцова¹, доц., докт. техн. наук Єлізавета Черниш^{1,3},
декан інженерного факультету, докт. техн. наук Володимир Штепа^{2,3},
студент Дмитро Данилов¹*

¹Сумський державний університет, м. Суми, Україна

²Поліський державний університет, м. Пінськ, Білорусь

*³Міжнародний інноваційно-прикладний центр «Водна Артерія»
м. Суми, Україна*

Email: e.chernish@ssu.edu.ua

На сьогоднішній день особливо актуальним є питання, щодо обробки та утилізації осадів стічних вод. Одним з найбільш ефективних методів обробки осадів стічних вод, а також очищення побутових та промислових стічних вод, є анаеробне зброджування субстрату [1]. Використання осаду, що багатий на азот, фосфор, калій, мікроелементи, як комплексного добрива, дозволяє вирішити проблему звільнення великих територій, де відбувається його накопичення.

Процес анаеробного зброджування біомаси полягає в розкладанні високомолекулярних органічних сполук до більш простих продуктів під дією різноманітних бактерій. Поруч з такими факторами впливу на даний процес як температура, вміст поживних речовин, токсичних речовин, важких металів, летких жирних кислот, вуглеводів, рівень рН стоїть показник контролю окисно-відновного потенціалу середовища [2].

Регулювання окисно-відновного потенціалу дозволяє контролювати хімічний склад субстрату для збереження рівноваги між окисними та відновними процесами. Зокрема у роботі [3] були дослідженні показники Eh

(окисно-відновний потенціал) та rH_2 стічних вод. Для сприятливих окисно-деструктивних мікробіологічних процесів, що в свою чергу попереджають гниття води та потрапляння її небезпечного складу до активного мулу, характерні високі значення E_h та rH_2 , низькі ж значення даних показників свідчать про підвищення відновних властивостей стічних вод. Неочищені стічні води мають низькі значення окисно-відновних показників, так як в них присутні неорганічні відновлювачі, особливо небезпечним із яких є сірководень, що провокує набухання активного мулу.

У біологічних процесах очищення стічних вод та їхніх осадів важливе значення окислювально-відновного потенціалу стосується донорів електронів (часто органічних сполук, що вимірюються як BSK_5) і акцепторів електронів. Саме рух електронів генерує енергію, що використовується мікроорганізмами, які беруть участь в біологічному очищенні стічних вод як в аеробних процесах так і анаеробних (рис. 1 та 2). Окислювально-відновний потенціал у воді безпосередньо пов'язаний з доступними акцепторами електронів.

Електронна вежа:

Пріоритетність у виборі акцепторів електронів різними еколого-трофічними групами мікроорганізмів:

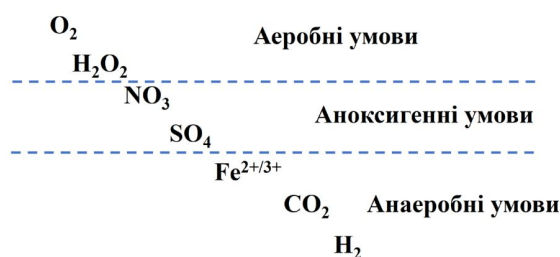


Рисунок 1 – Домінантні акцептори електронів у біопроцесах [4].

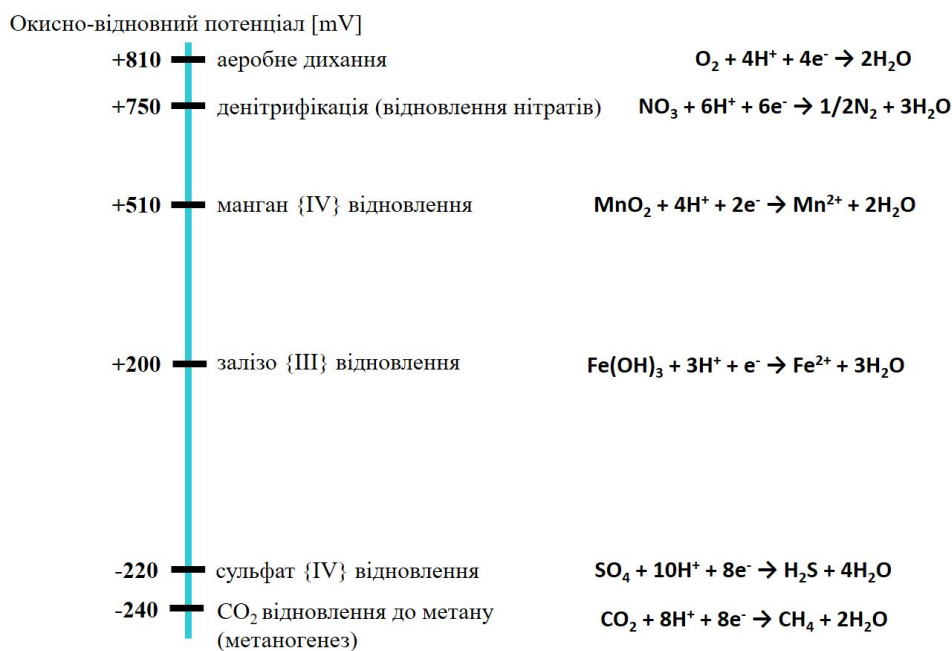


Рисунок 2 – Окисно-відновний потенціал для різних типів кінцевих акцепторів електронів при анаеробному диханні і отриманні енергії мікробними клітинами [5].

Висновки

Очевидним є те, що окисно-відновні показники грають важливу роль в процесі контролю та інтенсифікації анаеробного зброджування стоків та осадів стічних вод для отримання органічних добрив із контрольованими властивостями та можливістю ефективного їхнього використання в сільському господарстві.

Посилання

1. Ополінський І.О. Удосконалення технології утилізації органічних відходів анаеробним зброджуванням з попередньою деструкцією субстрату: дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 21.06.01 / Київ, 2019. 194 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://speccounsils.kdu.edu.ua/vidguk/dissOpolinsky.pdf>
2. Крусір Г.В., Чернишова О.О., Поліщук В.М. Дослідження режимів процесу анаеробного зброджування стічних вод м'ясопереробного підприємства у мезофільних умовах. Екологічна безпека. 2016. № 2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2016_2\(22\)/PDF/112-117.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2016_2(22)/PDF/112-117.pdf)
3. Юрченко В.А., Дяговец Я.С., Юхно О.О. Використання окисно-відновних показників стічних вод для оперативної оцінки їх стабільності. 2009. 5 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-okislitelno-vosstanovitelnyh-pokazateley-stochnyh-vod-dlya-operativnoy-otsenki-ih-stabilnosti/viewer>
4. [Redox potential or ORP - how it relates to wastewater treatment. Biological waste treatment expert: веб сайт. URL: https://www.biologicalwasteexpert.com/blog/redox-potential-or-orp-how-it-relates-to-wastewater-treatment](https://www.biologicalwasteexpert.com/blog/redox-potential-or-orp-how-it-relates-to-wastewater-treatment)
5. A.Detman, A. Sikora, A.Chojnacka, M.K. Błaszczuk. Anaerobic Digestion: I. A Common Process Ensuring Energy Flow and the Circulation of Matter in Ecosystems. II. A Tool for the Production of Gaseous Biofuels. *ResearchGate*. 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.biologicalwasteexpert.com/blog/redox-potential-or-orp-how-it-relates-to-wastewater-treatment>

ОЦІНКА ЗНЕМИЩЕННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ ПРИ ВИКОРИСТАННІ АДСОРБЦІЙНО-АКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩ

Доц., канд. техн. наук В.П. Соколова
Навчально-науковий технологічний інститут
Державний університет економіки і технологій
м. Кривий Ріг, Україна

Явище зниження міцності твердого тіла в результаті фізико-хімічної взаємодії з середовищем, що отримало назву ефекта Ребіндера, універсально, оскільки для будь-якого твердого тіла може бути знайдене середовище, що викликає зміну міцності. Зниження міцності, що зумовлюється цим активним середовищем, визначається зниженням поверхневої енергії твердого тіла в результаті змочування та різних видів сорбції. При значній міцності тіла в цьому середовищі умова його руйнування при розхитуванні структури по слабких місцях описується рівнянням [1]:

$$\beta P_m \delta = \sigma \quad , \quad (1)$$

де P_m - міцність; σ - питома вільна поверхнева енергія; β - безрозмірний коефіцієнт; δ - середній розмір часток, що беруть участь у броунівському русі.

Встановлено, що навіть не дуже великих знижень поверхневої енергії гірських порід, що обумовлюються адсорбцією поверхнево-активних речовин (ПАР) з водних розчинів, досить для помітного зниження ефективної поверхневої енергії і відповідно енергії або роботи руйнування. Правильний вибір ПАР може забезпечити 10-20 % зростання показників за витратами енергії та часу, а при оптимізації параметрів - до 20-50 %, в деяких випадках за окремими характеристиками - удвічі [2].

При виборі ефективних ПАР для різних технологічних процесів панує емпіричний підхід. На думку автора роботи [3], потрібний теоретичний підхід для апіорного вибору ПАР при руйнуванні матеріалів. Достатньо великий експериментальний матеріал показує, що у разі, якщо ентальпія хімічних реакцій твердого тіла з довкіллям складає декілька десятків кілоджоулів на моль, такі середовища можуть викликати зниження міцності твердих тіл. Це дозволяє використати термохімічні дані для підбору активних середовищ. Проте на цьому шляху є ряд труднощів. Вони полягають в тому, що термохімічні дані відомі, як правило, тільки для тих випадків, коли реакція йде до кінця - до утворення індивідуальної сполуки, тоді як поверхневі взаємодії досліджені недостатньо [3].

Розглянемо деякі емпіричні методи оцінки зниження міцності твердих тіл при використанні адсорбційно-активних середовищ.

У гірничій промисловості вперше адсорбційне зниження міцності було використане для інтенсифікації процесу буріння. Результати досліджень впливу розчинів ПАР і електролітів на міцнісні властивості піщаників показали, що час седиментації часток породи в суспензії, що складається з наважки порошку породи певної фракції і розчину ПАР, характеризує

непрямим чином міцність породи [4]. Швидкість седиментації частки в суспензії пов'язана з товщиною сольватних шарів, що утворилися на контактній розчину з породою: чим повільніше осідає частка, тим товщі сольватні шари, тим стійкіше зв'язок розчину з породою, отже, ефективніше дія ПАР - понижувача міцності. Максимальному часу седиментації часток в розчині відповідає найбільше зниження контактної міцності та зусилля різання породи у присутності цього розчину. Так, для катіоноактивних ПАР час седиментації складає 3-17 хвилин при зниженні показників на 13-23 %, для неіоногенних - 40-53 хвилин і 32-37 %, для аніоноактивних - 60-95 хвилин і 38-55 % відповідно.

У цій же роботі дослідженнями за визначенням часу вбирання розчину ПАР в необроблену поверхню зразка породи встановлено, що час вбирання розчину характеризує інтенсивність взаємодії розчину з породою. Мінімальний час вбирання розчину в породу відповідає найбільшому зниженню показників контактної міцності і зусилля різання в присутності розчину. Так, з прийнятих до дослідження ПАР аніоноактивні є найбільш ефективними понижувачами міцності. Величина зниження контактної міцності і зусилля різання досягає 47-50 % у присутності розчинів, час вбирання яких складає 30-70 сек. Неіоногенні ПАР знижують міцнісні показники на 30-38 % при часі вбирання, рівному 90-150 сек, катіоноактивні - відповідно до 15-25 % і 150-240 сек.

На думку авторів роботи [5], з точки зору хімізму процесу ефективність застосування реагентів для зменшення міцності мінералів повинна залежати в загальному випадку від їх здатності знижувати енергію атомізації кристала за рахунок адсорбції реагенту на його поверхні. Адсорбція реагенту, який не ідентичний аніону кристалічної решітки, завжди зменшуватиме симетрію системи. Це призводить до утворення метастабільної ґратки, на руйнування якої потрібно менше енергії. На підставі цього можна вважати, що в якості понижувачів міцності мінералів найбільш придатними є нуклеофільні реагенти з молекулами невеликих розмірів, які можуть закріплюватися на поверхні в нейтральній формі. Ці теоретичні припущення були перевірені при дослідженні подрібнюваності вапняку, нефелінової та інших руд. Запропоновано в якості інтенсифікатора подрібнення використати N - донорний реагент НДР-1, який при невеликих витратах дозволяє збільшити вихід основного класу крупності (- 0,071 мм) на 8-12 відн. %.

При оптимізації процесу подрібнення руд з використанням знеміцнювальних домішок в роботі [6] запропоновано, використовуючи рівняння термодинаміки Гіббса, а також експериментальні дані про питому енергію, що витрачається на подрібнення в кульових млинах, і зміну питомої поверхні матеріалу при подрібненні, оцінювати зміну поверхневого натягу матеріалів в досліджуваних середовищах за формулою:

$$\sigma = \frac{E}{\Delta S}, \quad (2)$$

де σ - коефіцієнт поверхневого натягу матеріалу; E - питома енергія, витрачена на подрібнення; ΔS - зміна питомої поверхні матеріалу.

Розрахункове значення σ може служити параметром контролю ефективності знеміцнювальної домішки.

Для вивчення знеміцнювальної дії розчинів ПАР на вугіллі та вміщуючих породах досліджувалася адсорбція ПАР на їх поверхні [7]. Кількість адсорбованої ПАР визначалося за різницею концентрацій її у вихідному та відфільтрованому рівноважному розчині, отриманому після внесення порошку вугілля у вихідний розчин. Кількість адсорбованої ПАР відносилася до величини поверхні адсорбенту, вимірюваної за методом повітропроникності. На підставі експериментальних даних побудовані ізотерми адсорбції ПАР на вугіллі та піщанику. По ізотермах адсорбції встановлена адсорбційна здатність різних ПАР. Так, наприклад, за адсорбційною здатністю до бурого вугілля ПАР розташовуються в наступний ряд: катіоактивні > неіоногенні > аніоактивні. Аналогічна картина спостерігається і для піщанику, проте величина адсорбції ПАР на породі значно менша, ніж на вугіллі. Для кам'яного вугілля (марки Г) адсорбційна здатність ПАР розташовується в ряд: аніоактивні > неіоногенні > катіоактивні. Для визначення міцності вугілля і породи при дії іонів розчину, що адсорбуються використано метод визначення міцності на одновісне розтягування зразків неправильної форми. Вплив середовища вивчався шляхом виміру міцності зразків, що руйнуються безпосередньо в розчині, який містить певну концентрацію відомих іонів ПАР [7].

Розглянуті методи оцінки знеміцнювальної дії активних середовищ мають певні недоліки: громіздкі, пов'язані з виконанням великого об'єму експериментальних досліджень, з необхідністю застосування різноманітного устаткування і апаратури, методів визначення тих або інших властивостей, значної кількості проб досліджуваного матеріалу.

Пропонується метод оцінки знеміцнення при дії на тверду поверхню адсорбційно-активних середовищ за зміною енергії Гіббса.

Проаналізуємо зниження поверхневої енергії твердого тіла в результаті змочування. Одним з критеріїв оцінки змочування та розтікання рідини по твердій поверхні є крайовий кут змочування θ , косинус якого пов'язаний з поверхневим натягом твердого тіла σ_{mz} , поверхневим натягом змочувальної рідини σ_{pz} і міжфазним натягом між твердим тілом і рідиною σ_{mp} відомих рівнянням Юнга:

$$\sigma_{mz} = \sigma_{mp} + \sigma_{pz} \cos \theta \quad (3)$$

Для того, щоб отримати залежність кута змочування від концентрації ПАР (знижувача міцності) C , продиференціюємо рівняння Юнга за C [8, 9]:

$$\frac{d\sigma_{mz}}{dC} = \frac{d\sigma_{mp}}{dC} + \frac{d\sigma_{pz}}{dC} \cos \theta + \sigma_{pz} \frac{d \cos \theta}{dC} \quad (4)$$

$$\text{звідки} \quad \frac{d\sigma_{mz}}{dC} - \frac{d\sigma_{mp}}{dC} = \frac{d\sigma_{pz}}{dC} \cos \theta + \sigma_{pz} \frac{d \cos \theta}{dC}. \quad (5)$$

З рівняння (5) видно, що зміна косинуса кута змочування із внесенням ПАР в систему обумовлюється трьома чинниками: зміною поверхневих натягів на міжфазних межах рідина - газ, тверде - газ і тверде - рідина. Залежності поверхневого натягу рідини σ_{pz} і $\cos \theta$ від концентрації ПАР (див. праву частину рівняння) визначаються експериментальними методами. Ліва частина рівняння містить не визначувану експериментально різницю змін поверхневого натягу тверде-газ і тверде-рідина, пов'язаного з адсорбцією ПАР на твердому телі.

Помноживши ліву і праву частини рівняння (5) на величину $\frac{C}{RT}$, отримаємо

$$\frac{Cd\sigma_{mz}}{RTdC} - \frac{Cd\sigma_{mp}}{RTdC} = \frac{Cd\sigma_{pz}}{RTdC} \cos \theta + \sigma_{pz} \frac{Cd \cos \theta}{RTdC}. \quad (6)$$

З урахуванням енергії Гіббса $\Gamma = -\frac{Cd\sigma}{RTdC}$, рівняння (6) набуває вигляду:

$$\Delta\Gamma = \frac{1}{RT} \left(\sigma_{pz} \frac{d \cos \theta}{d \ln C} + \cos \theta \frac{d\sigma_{pz}}{d \ln C} \right). \quad (7)$$

Перетворене рівняння Юнга з урахуванням рівняння Гіббса можна використати для кількісної оцінки зниження вільної енергії на межі тверде - рідина $\Delta\Gamma_m$.

Експериментально не визначувана величина $\Delta\Gamma_m$ розраховується, виходячи із залежностей σ_{pz} і $\cos \theta$ від концентрації розчинів – знеміцнювачів C . Поверхневий натяг на межі розділу фаз рідина - газ можна визначити, наприклад, методом відриву кільця на тензіометрі Дю-Нуї; крайовий кут змочування - за допомогою мікроскопа з кутоміром. За експериментальними даними будуються ізотерми поверхневого натягу і кута змочування в напівлогарифмічних координатах, відповідно, $\sigma_{pz} - \ln C$ та $\cos \theta - \ln C$. Тангенси кутів нахилу дотичних, проведених до ізотерм для кожного значення концентрації розчину C , дорівнюють значенням $\frac{d\sigma_{pz}}{d \ln C}$ та $\frac{d \cos \theta}{d \ln C}$. Максимальна величина $\Delta\Gamma_m$ визначає оптимальну знеміцнювальну домішку.

Запропонована методика оцінки була випробувана при дослідженні знеміцнення марганцевої руди при її гідрометалургійній переробці [10].

Висновки

1. Проаналізовано методи оцінки зниження міцності твердих тіл при використанні адсорбційно-активних середовищ, що застосовується в різних технологічних процесах.

2. Запропоновано та теоретично обгрунтовано метод оцінки ефективності знеміцнювальних домішок (адсорбційно-активних середовищ) за зміною енергії Гіббса при їх дії на тверду поверхню.

Посилання

1. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия: Избранные труды /П.А.Ребиндер. - М.: Наука, 1978. - 368 с.
2. Овчаренко Ф.Д. Применение поверхностно-активных веществ в горной промышленности/Ф.Д.Овчаренко, Н.В.Перцов // Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем: Сб. науч. трудов. – Киев: Наукова думка.- 1986. - С.3-5.
3. Перцов Н.В. Механизмы действия поверхностно-активных веществ при разрушении материалов/Перцов Н.В. //Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем: Сб. науч. трудов. – Киев: Наукова думка. – 1986. – С.5-11.
4. Кусов Н.Ф. Применение адсорбционно-активных сред для понижения сопротивляемости горных пород разрушению / Н.Ф.Кусов, О.А. Эдельштейн, Л.П. Шоболова // Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем: Сб. науч. трудов. – Киев: Наукова думка. – 1986. – С.41-46.
5. Влияние добавок поверхностно-активных веществ на эффективность измельчения в шаровых мельницах / В.И. Рябой, В.А. Лукницкий, Л.Ф. Биленко, Е.В.Орлова // Обогащение руд. – 1991. – № 3. – С.10-12.
6. Мельникова Т.Н. К вопросу оптимизации процесса измельчения руд/ Т.Н.Мельникова, Н.Г.Ятлокова, // Обогащение руд. – 2006. – № 4. – С.5-7.
7. Воронков Г.Я. Роль электроповерхностных и адсорбционных свойств угля и породы в проявлении эффекта Ребиндера/ Г.Я. Воронков, Г.И. Марцинкевич, И.Ю.Исаева // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых.–1990. – № 1. – С.109-112.
8. Абрамзон А.А. Влияние поверхностно-активных веществ на краевой угол/ А.А.Абрамзон, Н.Л. Головина, Л.П.Зайченко // Коллоидный журнал. – 1978. – Том XL. – № 2. – С. 311-314.
9. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение/А.А.Абрамзон.- Л.: Химия, 1981. – 304 с.
10. Соколова В.П. Применение сульфата аммония для разупрочнения марганцевых руд при их гидрометаллургической переработке/ В.П.Соколова //Збагачення корисних копалин: Науково-техн. збірник. Вип.58(99)-59(100). Дніпропетровськ: ДВНЗ «Національний гірничий університет».- 2014. - С.132-137.

АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ХОЛОДНОДЕФОРМОВАНИХ НЕРЖАВІЮЧИХ ТА ТИТАНОВИХ ТРУБ

*Доц., канд. техн. наук І.А. Соловйова, ст. викл. Ю.М. Николаєнко
Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна*

Вступ. Дослідженню вдосконалення технології та визначенню впливу параметрів деформації на точність нержавіючих та титанових труб присвячено багато наукових робіт сучасних вчених: М.Ф. Столетнева., П.І. Орро і Я.Е. Осада, Г.І. Хаустова, В.У. Григоренко та ін. Від точності геометричних параметрів труб залежать надійність і маса обладнання, питома витрата металу, собівартість і ін. Точність труб - це ступінь відповідності їх форми і розмірів встановленим стандартам [1], вона визначається овальністю та різностінністю. Для якісної оцінки величини поперечної різностінності можна використовувати залежність [2]:

$$\Delta S_T = \Delta S_3 \left(0,1 + 0,9 \frac{D_3}{D_T} \right) + \Delta S_n,$$

де ΔS_n – наведена в стані різностінність (2-5% в залежності від конструкції і стана обладнання); ΔS_T – різностінність заготовки в %.

П.І. Орро і Я.Е. Осада [3] для прогнозування зміни відносної різностінності в ході процесу запропонували наступну залежність:

$$\Delta S_T = \Delta S_3 (0,27 S_T + 0,13) - (3,7 - 0,44 S_T) \eta + (0,68 - 0,03 S_T) \Delta S_3 \eta - S_T + 12,1,$$

де η – дрібність деформації; ΔS_3 – різностінність заготовки в %.

Відомо, що для досягнення високої точності труб доцільно знижувати величину подачі і збільшувати витяжку (при однаковій кількості лінійних зсувів) [1].

Метою даної роботи є дослідження впливу технологічних параметрів прокатки труб з титану та сплавів на точність та якість, отримання статистичних рівнянь впливу параметрів на різностінність та овальність труб.

Результати роботи. Проблема підвищення точності труб, одного з наймасовіших видів прокату, має важливе значення в Україні. Від точності труб залежать питома витрата металу, собівартість, надійність устаткування і т.п.

Для отримання труб потрібної точності з мінімальними витратами необхідно правильно розрахувати точність технологічного процесу, що можна здійснити за допомогою автоматичних засобів або шляхом зміни технологічних чинників.

В даний час впливати на точність прокатаних труб можна наступними способами:

1. Зміною дрібності деформації, за інших рівних умов прокатки:
— зменшення величини подачі;

збільшення ступеню деформації.

2. Зменшенням овальності рівчака калібрів в калібруючій ділянці, що знижує продуктивність прокатних станів, при цьому необхідно зменшувати лінійне зміщення.

3. Збільшувати жорсткість деталей і вузлів робочої кліті прокатного стану, можливо конструктивною заміною кліті і т.п. Такий спосіб вимагає значних капітальних витрат.

Таким чином, завдання підвищення точності діаметру прокатаних труб, при одночасному збільшенні продуктивності прокатного стану є актуальною.

Проаналізовані чинники, що впливають на точність труб зазначеного сортаменту та розроблені регресійні моделі, які сприяють прогнозуванню точності та визначенню оптимальних параметрів процесу прокатки для отримання прогнозованої точності.

По даним експериментальних досліджень [1-3] проаналізовано вплив подачі, витяжки та відносної різностінності заготовки на різностінність готової труби. Отримано загальне рівняння впливу цих факторів на різностінність труб (рівняння (1, 2), рисунок 1) та регресійні рівняння вказаних залежностей (таблиця 1, 2).

Загальний вигляд рівняння:

$$\delta_t = a + b\delta_0 + c\mu. \quad (1)$$

Комбіноване рівняння залежності відносної різностінності від параметрів процесу має вигляд:

$$\delta_t = (-35,351m + 337,97) + (1,365m - 12,838)\delta_0 + (5,016m - 47,026)\mu, \quad (2)$$

де δ_0 – відносна різностінність заготовки; μ – коефіцієнт витяжки; m – подача.

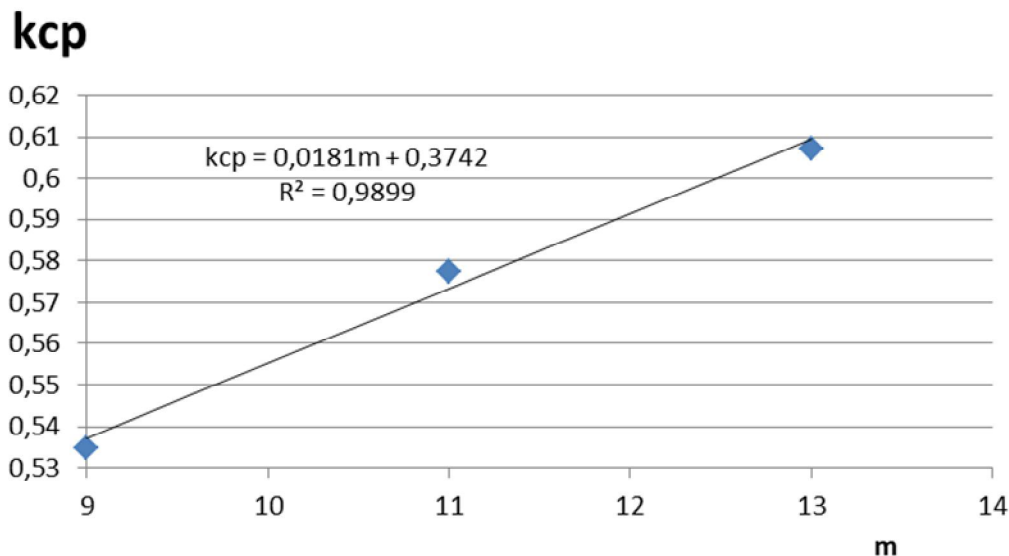


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта k_{cp} зміни відносної різностінності від подачі m

Таблиця 1 – Вплив параметрів деформації на відносну різностінність труби

Подача, m	Рівняння регресії, R -коефіцієнт множинної регресії
9	$R=1 \quad \delta_t = -3,669 + 0,168\delta_0 + 1,924\mu$
11	$R=1 \quad \delta_t = -3,943 + 0,729\delta_0 + 0,539\mu$
13	$R=1 \quad \delta_t = -145,073 + 5,627\delta_0 + 21,988\mu$

Таблиця 2 – Регресійні моделі залежності коефіцієнтів рівняння (1) від подачі

Коефіцієнти рівняння (1)	Регресійна модель
a	$-35,351m + 337,97$
b	$1,365m - 12,838$
c	$5,016m - 47,026$

Про вплив величини подачі на точність труб також можна судити з дослідження впливу величини подачі на овальність труб (рисунок 2) [4, 5].

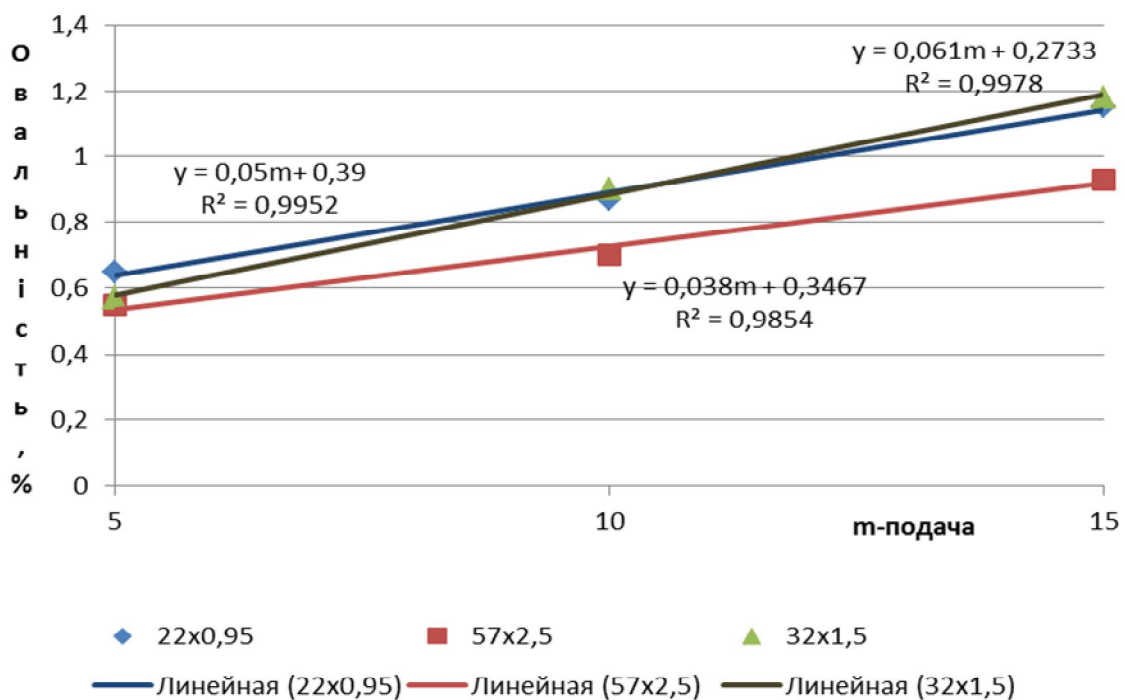


Рисунок 2 – Вплив подачі на овальність

Дисперсійно-регресійний аналіз впливу факторів Dsr (середній діаметр труб) та m (подача) на овальність $O\%$ (див. рис. 2) виявляє лінійний характер та достатньо високий зв'язок цих параметрів. Рівняння регресії:

$$\begin{aligned} O, \text{мм} &= -0,104 + 0,017m + 0,006Dsr \\ O\% &= 0,5203 + 0,0499m - 0,005Dsr \end{aligned} \quad (3)$$

де $O\%$ – відносна овальність, %;

$O, \text{мм}$ – абсолютна овальність.

Dsr – середній діаметр труб;

m – подача, мм.

Проведений регресійний аналіз (рисунок 3, а, б) показав адекватність отриманих рівнянь зі значимими коефіцієнтами.

Регрессионная статистика

Множественный R0,978997

R-квадрат0,958434

Нормированный R0,944579

Стандартная ошибка0,054996

Наблюдения9

O% = 0,5203 + 0,0499m – 0,005Dsr

Ф-крит=5,14325285

Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	2	0,418452	0,209226226	69,1750376	7,18129E-05
Остаток	6	0,018148	0,003024591		
Итого	8	0,4366			

Коэффициентная статистика

Р-Значение

Нижние 95%

Верхние 95%

Y-пересечение	0,520342	0,066777	7,792423599	0,000235382	0,356947737	0,683739162
m	0,049866	0,004491	11,10424997	3,17812E-05	0,038877542	0,060854255
Dsr	-0,00498	0,001245	-4,001748694	0,007104813	-0,008026362	-0,001935237

а

ВЫВОД ИТОГОВ

овальность, мм

Регрессионная статистика

Множественный R0,97908

R-квадрат0,958597

Нормированный R0,944797

Стандартная ошибка0,029252

Наблюдения9

O, мм = -0,104 + 0,017m + 0,006Dsr

Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	2	0,118866	0,05943304	69,45925789	7,09712E-05
Остаток	6	0,005134	0,000855653		
Итого	8	0,124			

Коэффициентная статистика

Р-Значение

Нижние 95%

Верхние 95%

Y-пересечение	-0,10402	0,035517	-2,928642281	0,026333528	-0,190926013	-0,01710984
m	0,017424	0,002389	7,294739706	0,000338285	0,011579163	0,023268188
Dsr	0,006075	0,000662	9,176272923	9,43558E-05	0,004454907	0,007694669

б

THE USE OF X-RAY RESEARCH METHODS TO CLARIFY THE DEGREE OF PULVERIZED COAL PARTICLES THERMAL DESTRUCTION DURING COMBUSTION UNDER CONDITIONS OF IT INJECTION INTO A BLAST FURNACE

*PhD (in Eng. Sc.), Assoc. Prof. Yurii Stupak
National Metallurgical Academy of Ukraine
Dnipro, Ukraine*

1. Problem statement

It is known that due to the growing shortage of coal for pulverized coal preparation, as well as the shortage and high cost of high-quality blast-furnace coke [1], further development of blast-furnace smelting technology with solid fuel injection - a substitute for coke into the hearth requires innovative and non-standard solutions. The main task is to replace the maximum possible amount of coke with cheaper fuel - non-coking coal, mixtures of coals, including those with carbon-containing materials of various origins (peat, agricultural waste, wood chips, waste polymers, plastics, etc.). At the same time, it is very important to ensure complete gasification of the injected fuel within the tuyere's raceway and hearths, while maintaining the smooth operating of the blast furnace.

2. Analysis of recent studies and publications

According to the studies of the combustion of coal dust particles in an air-oxygen flow, V. Babiy and colleagues [2, 3, etc.], in this process several successive stages can be distinguished: heating; release and ignition of volatile matters; heating of the coke residue, combustion of the coke residue carbon.

The practice of blast furnaces with PCI has shown that the greatest effect from this technology is achieved when the release of volatiles ends before the fuel particles enter the zones of tuyere's raceway with a low oxygen content in the gas phase.

The author and colleagues have developed [4, 5] and further improved [6] a laboratory setup of the "drop tube furnace" (DTF) type for simulating of the pulverized fuel combustion in a tuyere and a tuyere's raceway. With its help, several series of experiments were carried out to study the combustion of pulverized coal and fuel mixtures of various compositions. An original method was developed for assessing the completeness of combustion of fuels and fuel mixtures, with the help of which the influence of various factors on the process was investigated.

In experiments on simulating of the pulverized coal combustion in a tuyere of a blast furnace, it was established:

- when entering into the flow of an air blast heated to 1000 ° C and more, fuel particles undergo significant changes associated with their thermal destruction;
- with the same particle size, the total time until the end of the devolatilization, depended, first of all, on the type (chemical composition) and nature of the fuel, as well as the ambient temperature;

- the completeness of the initial stages of fuel particles combustion determines of the coke residue combustion (gasification) completeness in the tuyere's raceway.

3. The purpose of the study

The experimental data on the coke residue combustion (gasification) completeness required clarification. It was necessary to clarify the degree of the fuel organic mass conversion, first of all, the degree of thermal destruction of the carbon base.

4. The substantive material of the study

4.1. Method

Taking into account these features, as well as numerous studies, including recent years [7-10, etc.], it was decided to use the widely used X-ray structural analysis or X-ray diffraction (XRD) method. This method allows researchers to calculate the structural parameters (interplanar spacing and crystallite size) of carbon materials directly from their diffraction patterns, which determine their structure. The diffractogram for pure graphite is used as a reference for comparison, comparing the reflections for the main planes (*hkl*) - 002, 100, 101 and 004.

When choosing a research method, the following was taken into account. Carbon in the structure of coal has an intermediate structure between graphite and an amorphous state, the so-called turbostratic structure (J. Biscoe and V.E. Warren, 1942) or the structure of a random layered lattice. Coal also contains a significant amount of highly disordered material, amorphous carbon, composed of many irregular polymerized aromatic hydrocarbon units, such as angstrom or nanometer crystalline carbon domains, which are weakly cross-linked.

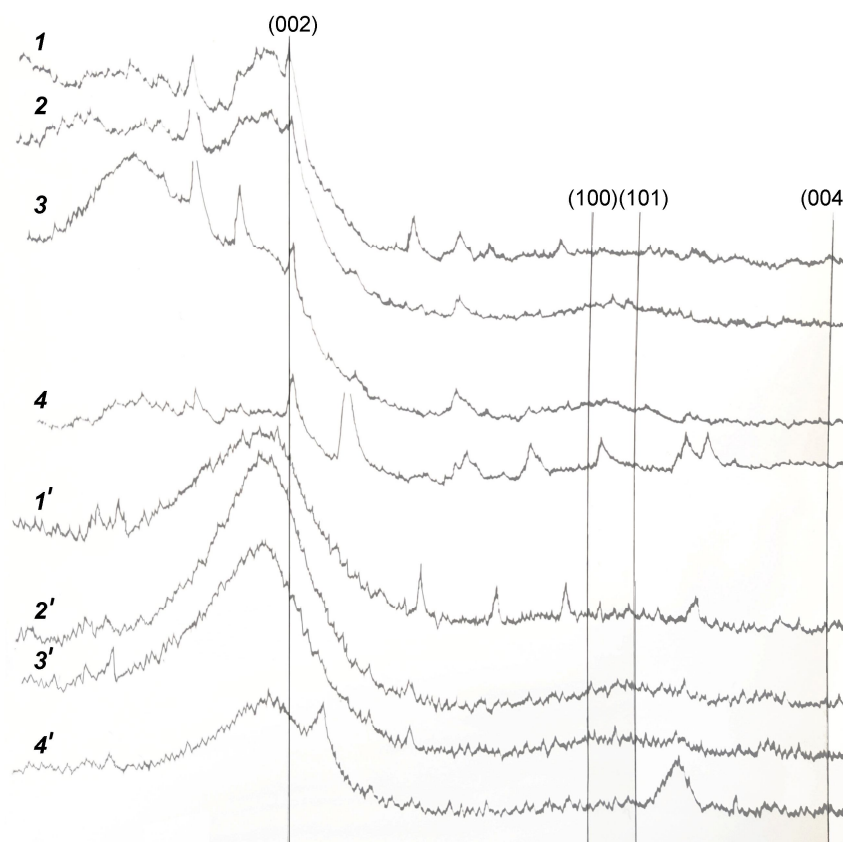
The X-ray diffraction analysis was carried out on the initial sample of lean coal (LC) grade and the residue from the combustion of this coal in experiments on the DTF described in [6], as well as the residue from the combustion of a mixture of this coal with gas coal and peat. The proximate analysis and fractional composition of the initial coals and peat are given in the table.

Table. Proximate analysis and fractional composition of coal, peat and lignin

Type of fuel	Proximate analysis, %				Distribution by size, % (by weight)		
	W_t^r	A^d	S_t^d	V^{daf}	250-100 μm	100-71 μm	< 70 μm
COALS:							
Lean coal	10.0	9.5	1.82	10.6	29.8	40.8	29.4
Coal G	11.6	11.4	1.66	35.6	13.7	45.7	40.6
Peat	55.0	30.6	0.28	62.8	10.2	22.6	67.2

X-ray analysis was carried out on a DRON-3m installation using filtered Fe- $K\alpha$ - radiation with a wavelength $\lambda=1,93728 \text{ \AA}$. The voltage across the tube during the shooting was 35 KV, the current passing through the tube was 29 mA. X-ray photographs were taken at a speed of 1 deg / min. Samples for recording were crushed to an analytical size and placed in a quartz cell with an alcohol bond. The survey was carried out after the evaporation of alcohol.

To exclude the influence of ash impurities on the diffraction pattern, similar to [7, 9, 11, 12], samples of burnt pulverized coal were enriched using a specially developed method, the essence of which is as follows. A sample of the material was loaded into a container with a 10% HF solution at a temperature of 60-65 ° C ("water bath"). The ash removal was carried out under a hood for 2 hours. At the end of the treatment, the material was filtered on a paper filter and washed with toluene heated to 60 ° C at the rate of 40-50 ml per 1 g of the treated material. After washing, the residue was dried at a temperature of 80-85 ° C. In the samples of lean coals processed in this way ($A = 9.6\%$), the ash content in the dry mass decreased to 2.3-2.5%. This ash content in coal had practically no effect on the diffraction pattern, which was confirmed by the results of X-ray studies (figure).



**Figure. X-ray diffraction patterns of coals
/untreated samples (1-4) and ash-free (1'-4')/:**

1 – the original lean coal (LC); 2 – residue from the LC combustion; 3 – the residue of the mixture LC + 25% G combustion; 4 – the residue of the mixture LC + 25% peat combustion;
(002), (100), (101) and (004) are the angular positions of the characteristic maxima for pure graphite.

4.2. Results and their discussion

The X-ray diffraction patterns of the untreated coal samples (top) differed significantly from the X-ray patterns of the same coals from which the ash was removed (bottom). As can be seen from the above X-ray diffraction patterns for untreated samples, the presence of an amorphous component in the small angles region and many clearly distinguishable maxima located in the region of angles of 20-35 degrees do not allow any conclusions to be drawn regarding the effect of additives to coals without removing ash from coal.

As already indicated, the analysis of the obtained X-ray diffraction patterns was carried out according to the methodology adopted for X-ray studies of amorphous carbonaceous substances with a network structure. In accordance with this methodology, the observed diffraction patterns of carbonaceous substances are compared with the data on X-ray scattering by graphite crystals. The diffraction patterns of carbon with a reticulated structure and graphite are different: in the X-ray diffraction patterns of reticulated carbon, there are no lines (hkl) of graphite with $l \neq 0$, except for lines (002) and (004); diffraction maxima ($hk0$) arising from carbon with a network structure are asymmetric and shifted towards larger angles as compared to the corresponding graphite lines [12].

The obtained results processing showed that all the investigated samples of burned pulverized coal had a structure typical for amorphous carbon, which is characterized by the presence of a powerful maximum. It should be noted that it is practically impossible to estimate the outline of this maximum and its size on the X-ray diffraction patterns of untreated pulverized coal samples.

The interplanar distances d corresponding to the positions of the characteristic maxima with intensity (I) were determined by the formula

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta},$$

where λ - is the wavelength of X-ray radiation, Å; θ - the corresponding angle according to the marks on the radiographs, deg.

There is a known formula by which it is possible to estimate the sizes of blocks of graphite-like grids in the direction of the c axis:

$$L_c = \frac{1,84\lambda}{\beta \cos \theta},$$

where β is the width of the maximum (002) or (004) at half maximum.

In accordance with this formula, a decrease in the half-width of the maxima indicates the growth of graphite-like grids blocks. However, according to the authors [12], "... for a whole series of low-temperature amorphous carbons, the interference maxima on the intensity curves are so blurred that it is not possible to attribute them to any specific reflections of the graphite lattice ...". For this reason, for amorphous carbons, which include coals, cokes, etc., X-ray data processing should be carried out using the method of atomic distribution functions. This method undoubtedly possesses a number of advantages that make it possible to avoid some errors in the X-ray study of amorphous carbons. However, the data obtained in the experiments turned out to be insufficient for a correct quantitative analysis.

A qualitative comparison of the obtained X-ray diffraction patterns showed that additives to pulverized coal from lean coals of gaseous coal and peat have an effect on the combustion process, but the nature of the effect of these additives is somewhat different. So, for burned lean coal and burned mixture of lean coal with gas coal, form (width at half maximum) and the location of characteristic maxima on the X-ray diffraction pattern practically coincide. For the sample burned with the addition of peat, the half-width of the main maximum and the intensity of the maxima in the region of far angles differ from those for coals burned with and without gas coal addition.

5. Conclusions and prospects for further studies

1. The X-ray diffraction (XRD) method can be used in combination with other research methods in the assessment (selection) of pulverized coal and additives to it for injection into a blast furnace in order to achieve the best results in terms of the combustion degree and equivalent replacement of coke.

2. The carried out studies have confirmed the hypothesis that the combustion of the coal's coke residue is occurs in the tuyere's raceway zone in the blast furnace. In the tuyeres have time to go through only the initial stages of combustion, without the carbonaceous residue destruction noticeable.

References

1. Дроздник И.Д., Старовойт А.Г., Гусак В.Г. и др. Угли для коксования и пылеугольного топлива. -Х.: ИПЦ «Контраст», 2011. - 188 с.
2. О температуре угольных частиц при горении /Бабий В.И., Иванова В.П.// Теплоэнергетика, 1968. – №2. – С. 34-37.
3. Бабий В.И., Иванова В.П. Длительность воспламенения и горения частиц пыли различных марок углей // В кн.: Горение твердого топлива (Труды III Всес. конф. по горению твердого топлива). – Новосибирск: Наука, 1969. – С. 82-92.
4. Бондаренко П.К., Котов В.И., Ступак Ю.А. Моделирование процесса горения пылеугольного топлива в фурме доменной печи // Изв. вузов. Черная металлургия. 1990. №7. С. 103.
5. Ступак Ю.А. Изучение процесса горения пылеугольного топлива в лабораторных условиях // Изв. вузов. Черная металлургия. 1993. №8. С. 35-36.
6. Stupak Y., Khokhlova T. On some aspects of the study of pulverized coal and fuel mixtures combustion in a drop tube furnace // Modern problems of Metallurgy. Scientific Bulletin. №24 (2021). P. 119-131. DOI: 10.34185/1991-7848.2021.01.12.
7. Manoj B. A comprehensive analysis of various structural parameters of Indian coals with the aid of advanced analytical tools // Int J Coal Sci Technol (2016) 3(2). P. 123–132. DOI: 10.1007/s40789-016-0134-1.
8. Lu L., Sahajwalla V., Kong C., Mclean A. Chemical structure of chars prepared under conditions prevailing in the blast furnace PCI operation // ISIJ International, Vol. 42 (2002), №8. P. 816–825. DOI: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.42.816>.
9. Maity S., Mukherjee P. X-ray structural parameters of some Indian coals // Current Science. Vol. 91 (2006), №3. P. 337-340.
10. Lee, S.-M.; Lee, S.-H.; Roh, J.-S. Analysis of activation process of carbon black based on structural parameters obtained by XRD analysis // Crystals. 2021, 11, 153. <https://doi.org/10.3390/cryst11020153>.
11. Рентгенографическое исследование коксов и углей / Зубко А.М., Спектор Е.З. // В сб.: Проблемы металловедения и физики металлов. IV сб. трудов. –М.: Металлургиздат, 1955.
12. Рентгенографическое исследование коксов и углей / Данилов В.И., Зубко А.М. // В сб.: Проблемы металловедения и физики металлов. III сб. трудов. –М.: Металлургиздат, 1952.

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ФОРМУВАННЯМ ГРАДІЄНТІВ МЕТАСТАБІЛЬНИХ МОДИФІКАЦІЙ ЦЕМЕНТАЦІЄЮ ТА ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

*Докт. техн. наук, проф. О.П. Чейлях, канд. техн. наук Н.Э. Мак-Мак,
канд. техн. наук Я.О. Чейлях*

Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, Україна

Підвищення зносостійкості та довговічності багатьох деталей машин та одночасне ресурсозбереження дорогих легованих сталей (які містять Ni, Mo, Nb) залишається дуже актуальною задачею сучасного матеріалознавства. Для зміцнення важко навантажених деталей машин (шестерень, зубчастих коліс, валів тощо) використовують хіміко-термічну обробку (ХТО), наприклад цементацію та кінцеву термічну обробку. При цьому зазвичай домагаються отримання переважно мартенситно-цементитної структури навуглецьованого шару з мінімальною кількістю залишкового аустеніту $A_{\text{зал}}$ [1, 2]. У деяких роботах [3-6] показано неоднозначний вплив $A_{\text{зал}}$ на властивості цементованих сталей, а для деталей, що працюють в умовах інтенсивного зношування, структура повинна бути мартенситно-карбідною (М+К) з підвищеною кількістю $A_{\text{зал}}$. В цьому випадку $A_{\text{зал}}$ вважається корисним, якщо він зазнає $\gamma_{\text{зал}} \rightarrow \alpha'$ деформаційне мартенситне перетворення при зношуванні (ДМПЗ), додатково зміцнюючи насичений шар [5, 7-9]. Однак, приділяється недостатньо уваги використанню цих технологій обробки сталей для умов інтенсивного зношування з урахуванням створення в них метастабільних станів аустеніту і градієнтних структур.

Метою роботи є підвищення експлуатаційної довговічності виробів з конструкційних легованих сталей, що працюють в різних умовах інтенсивного зношування, шляхом розробки та впровадження комплексних технологій об'ємно-поверхневого зміцнення, які забезпечують отримання метастабільних фазово-структурних градієнтних модифікацій з ефектом самозміцнення при експлуатації.

Для очищення поверхні дрібних виливків і інших деталей машин широко застосовують дробеметні апарати періодичної дії. Працездатність цих машин визначається в основному зносостійкістю робочих органів (лопастей, імперелів, бронефутеровочних плит), що працюють в складних умовах і зазнають інтенсивної ударно-абразивної дії і зношування (рис. 1 а).

Частки дробу і абразиву, переміщаючись по робочій поверхні металевих лопастей під дією відцентрових сил і зіткнень, проходять складний рух і сходять з неї зі швидкостями 80-100 м/с. Величини контактних впливів досягають 6-7 кН для дробу радіусом ~3 мм при пружному ударі і 1-2 кН – при пластичному ударі [10]. Лопасті також піддаються ударно-абразивній дії дробу, що розлітається і відбивається від захисних плит дробомету.



а



б



в



Рисунок 1 - Лопаті дробометного апарату зі сталі 20ГЛ до експлуатації (а) та після експлуатації: б - оброблені за розробленою технологією; в - без обробки (серійні)

У ПАТ «Азовмаш» для виготовлення лопастей дробометних машин застосовувалася сталь 20ГЛ в нормалізованому стані. Їх термін служби (повного зносу) становив 24-30 год., що негативно відбивалося на продуктивності дробометних апаратів, так як вимагало постійної зупинки обладнання для заміни зношених деталей, а також викликало велику витрату змінних деталей.

Проблему підвищення надійності і довговічності вказаних деталей вирішують, в основному, використанням зносостійких марок високохромового чавуну ЧХ16Н2ГМФТ («КЛІЧ»), ЧХ28Н2, «НІХАРД» і ін. [10]. Однак, складне легування, в т.ч. гостродефіцитними компонентами (Ni, Mo, V), обумовлюють пошук недорогих і недефіцитних варіантів заміни швидкозношуваних деталей. До останнього часу не вдавалось підібрати ефективний матеріал, який в даних умовах навантаження повністю відповідав би вимогам експлуатації, а в другу чергу, задовольняв за своїми вартісними показниками.

З метою підвищення довговічності лопастей дробометних машин ПАТ «Азовмаш» були розроблені режими їх поверхневого зміцнення з використанням глибокої цементації і термічної обробки. Для досліджень були

виготовлені зразки зі сталі 20ГЛ розміром 10x10x25 мм. Так само в виробничих умовах ПАТ «Азовмаш» була виготовлена дослідно-промислова партія лопастей за заводською технологією і термооброблена в умовах ПАТ «Азовмаш» за розробленою в ДВНЗ «ПДТУ» технологією комплексної термічної обробки, що забезпечує формування метастабільної мартенситно-цементитно-аустенітної структури поверхневого шару.

На основі проведених в роботі досліджень була визначена підвищена температура гартування (900 °С) цементованої сталі 20ГЛ, яка забезпечувала найбільшу ударно-абразивну зносостійкість. Дослідно-промислова партія лопастей, відлита в умовах ливарного цеху ПАТ «Азовмаш» була процементована при температурі 930 °С±10 °С протягом 14 годин на глибину 1,4-1,5 мм. Проведено їх гартування від 900 °С±20 °С в масло і низькотемпературний відпуск при 200 °С, 1 ч. Попередньо литі лопасті піддавалися дробеметному очищенню поверхні, що одночасно надавало їй певну шорсткість та покращувало адсорбцію атомів вуглецю, тим самим забезпечувало більш якісне насичення вуглецем. Шорсткість поверхні, створенням підвищеної щільності дислокацій і напруг стиснення, сприяло процесу науглецювання і підвищенню працездатності і надійності роботи, збільшення терміну експлуатації деталей.

Всі ці технологічні операції не викликають технологічних труднощів, так як можуть проводитися в термічному цеху або в термічному відділенні ливарного цеху на існуючому обладнанні і не вимагають додаткових капітальних витрат.

Контроль якості товщини науглецевого шару проводився за існуючою методикою на зразках-свідках. Твердість деталей після цементації і гартування, від запропонованої дослідженнями температури 900 °С, становило 52-56 HRC, що трохи нижче, ніж після стандартного гартування, рекомендованого довідковою літературою [11], оскільки в загартованому шарі містилося 20-25% $A_{\text{зал}}$. Останній є деформаційно метастабільним і перетворюється в мартенсит деформації при $\gamma_{\text{зал}} \rightarrow \alpha'$ ДМПЗ, що забезпечувало ефект додаткового самозміцнення при експлуатації.

Виробничі випробування в дробометах термообробного цеху ПАТ «Азовмаш» дослідно-промислової партії лопастей, оброблених за запропонованою технологією, показали підвищення довговічності в 1,7-2 рази в порівнянні з серійними. На рис. 1б, в представлені фотографії відпрацьованих лопастей зі сталі 20ГЛ після обробки за запропонованою технологією і без термообробки (в литому стані, що застосовувалося раніше).

Вони наочно свідчать про менший ступінь зносу, який носить рівномірний характер, і про підвищення довговічності і надійності експлуатації лопастей, термооброблених за запропонованою технологією. Розроблена технологія впроваджена у виробництво в ПАТ «Азовмаш» з вагомим річним економічним ефектом.

У переробному обладнанні комбікормового виробництва актуальною є проблема підвищення довговічності ріжучих робочих органів - молотків

зернодробарок (рис. 2а), які демонструють низькі показники зносостійкості, що знижує продуктивність обладнання, погіршує якість кормових продуктів і підвищує їх вартість. Молоткові дробарки використовуються в 90% всіх технологічних ліній по приготуванню концентрованих і комбінованих кормів. Термін служби молотків з використовуваної сталі 25 після нормалізації, в залежності від переробленого продукту, становить від 72 до 300 годин. Кількість молотків в дробарці складає 80 шт. До цих пір не був знайдений оптимальний метод поверхневого зміцнення молотків.

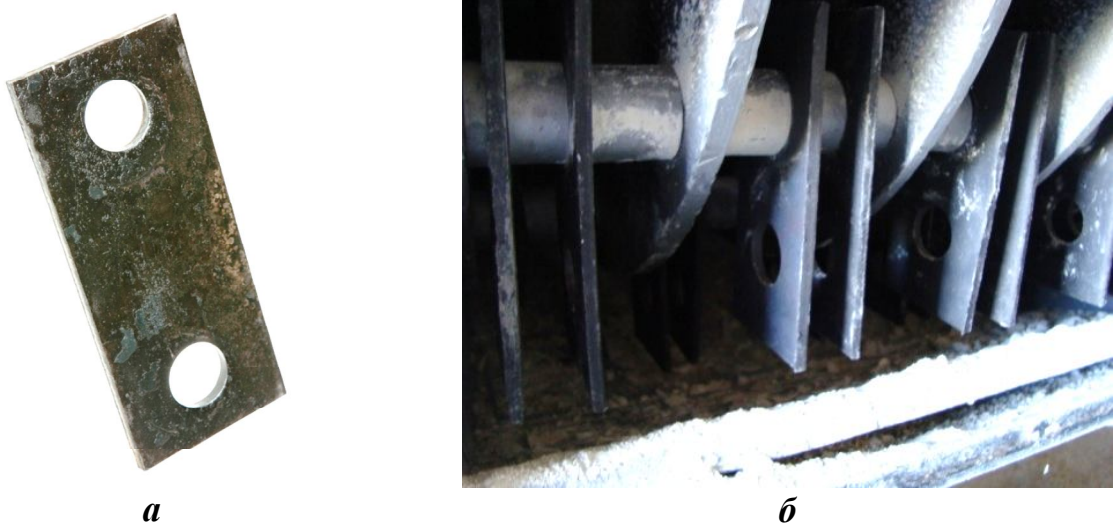


Рисунок 2 - Молотки зернодробарок зі сталі 25:

а – загальний вигляд; *б* – розташування молотків, оброблених за новою технологією в зернодробарці

З метою підвищення довговічності молотків дробильної кормової установки сільгоспмашинобудівного підприємства «Віктор» на основі проведених системних досліджень на кафедрі Матеріалознавства та перспективних технології ДВНЗ «ПДТУ» запропонована технологія поверхневого їх зміцнення. З огляду на товщину молотків (3-4 мм) проводилася наскрізна цементация деталей зі сталі 25 в твердому карбюризаторі при температурі 930 °С протягом 14-15 годин з подальшим гартуванням від підвищеної температури 1000 °С і відпуском при 200 °С (1 год) для зняття напружень. Така температура гартування обумовлена значною ударною складовою ударно-абразивного зношування в умовах експлуатації, що вимагає підвищеного вмісту більш пластичного і в'язкого $A_{\text{зал}}$ в структурі.

Промислова партія молотків зі сталі 25 в кількості 80 шт. була термооброблена в умовах ДВНЗ «ПДТУ» за запропонованою технологією. Промислові випробування на сільськогосподарському підприємстві «Віктор» (Україна, Запорізька обл.) показали підвищення довговічності деталей в 2,6-3 рази в порівнянні з серійними зі сталі 25 після нормалізації.

Підвищення зносостійкості молотків пояснюється формуванням оптимальної структури, що містить мартенсит, цементит і метастабільний залишковий аустеніт (30-40%). Дослідження зношених молотків (після експлуатації) показали, що $A_{\text{зал}}$ в структурі поверхневого шару зазнає $\gamma_{\text{зал}} \rightarrow \alpha'$

ДМПЗ і в процесі експлуатації в тонкому робочому шарі. Це перетворення викликає додаткове самозміцнення поверхневого робочого шару внаслідок утворення більш дисперсного і твердого мартенситу деформації. По мірі зношування (з менший інтенсивністю ніж в серійних молотках без цементації) поверхневий шар молотків додатково самозміцнюється за рахунок $\gamma_{\text{зал.}} \rightarrow \alpha'$ ДМПЗ, поступово процес самозміцнення переміщується вглиб деталі. Крім того, значна частина енергії, зернової суміші, що переробляється та впливає на поверхню деталей, витрачається на це перетворення і пов'язані з ним процеси підвищення щільності дислокацій (наклепу) і релаксації мікронапруг [7]. Відповідно, значно менша частка енергії яка підводиться зовні залишається на зародження мікротріщин і руйнування, отже, цей процес сповільнюється. Як результат - підвищується довговічність роботи молотків. Розроблена технологія поверхневого зміцнення впроваджена у виробництво в сільгоспмашинобудівному підприємстві «Віктор» та може бути рекомендована для зміцнення багатьох інших деталей машин що швидко зношуються.

З метою підвищення терміну служби ряду важко навантажених шестерень (рис. 3) редукторів зі сталі 20X2H4MA на одному з машинобудівних підприємств м. Маріуполя, розроблена технологія гартування їх після цементації, та скорегована технологія попередній термічної та механічної (шліфування) обробок.



а



б

Рисунок 3 – Шестерні косоzubі (а) та вал-шестерня (б) зі сталі 20X2H4A, що пройшла повний цикл цементації і термічної обробки за нової технологією

Скореговано і відпрацьовано режими попередньої і остаточної термічної обробки. В зв'язку з переходом технології на газову цементацію в комплексі обладнання з хіміко-термічної обробки «Uttis» кореговане процент змісту вуглецю в поверхневому шарі до 0,8%, що дозволило скоротити час насичення та загальний цикл технологічного процесу обробок на 35-40%. Проведені виробничі випробування показали підвищення комплексу механічних властивостей, відносної зносостійкості сталі 20X2H4A в 1,5 рази,

що забезпечило підвищення якості виробництва та довговічності шестерень. Скорегована технологія впроваджена в виробництво, дозволила скоротити собівартість виробництва, знизити ремонтно-експлуатаційні витрати та підвищити продуктивність.

Інша інноваційна поверхнева зміцнювальна технологія пов'язана з плазмовим впливанням на цементовані деталі [12]. Зразки зі сталі 20X2H4MA піддавалися цементації в стані відпалу або нормалізації в твердому карбюризаторі при $930\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 16–18 годин, глибина цементованого шару 1,2–1,5 мм. Після цементації запропоновано проводити замість об'ємного гартування - плазмове гартування при $\sim 1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ (швидкість переміщення плазмотрона з плазмоутворюючим газом - аргонем 63 см/хв.) по западинах зубів на плазмотроні непрямого впливу (конструкції ДВНЗ «ПДТУ»), що забезпечує формування структури мартенситу, метастабільного аустеніту і карбідів. Твердість після термообробки становила 52–54 HRC.

Проведені стендові випробування зразків зі сталі 20X2H4MA, зміцнених за новою розробленою технологією, показали підвищення зносостійкості в 1,5 рази в порівнянні з незміцненими, які раніше застосовувалися на підприємстві. Ця технологія може бути рекомендована для ряду шестерень і дозволить збільшити міжремонтний ресурс в $\sim 1,5$ рази, знизити ремонтно-експлуатаційні витрати, підвищити продуктивність. Вона була рекомендована до впровадження в виробництво.

Висновки:

1. Розроблено та запропоновано перспективні технології комплексної об'ємно-поверхневої обробки низьколегованих цементованих сталей (20ГЛ, 20X2H4A, 18X2H4MA, 18ХГТ, і ін.), які дозволяють регулювати градієнтні метастабільні фазово-структурні стани в поверхневих зміцнених шарах виробів, викликають ефект деформаційного самозміцнення та забезпечують додаткове підвищення зносостійкості та експлуатаційної довговічності виробів.

2. Для підвищення зносостійкості в конкретних умовах зношування необхідні певні фазово-структурні градієнтні співвідношення вмісту мартенситу гарту, карбідів і залишкового аустеніту по товщині зміцненого шару оптимального ступеня метастабільності, що забезпечує реалізацію ефекту деформаційного самозміцнення завдяки розвитку $\gamma \rightarrow \alpha'$ ДМПЗ та узгодженості з динамікою процесу зношування.

3. Розроблені способи поверхневого зміцнення, з використанням звичайної та глибокої цементації і термічної обробки при оптимальних температурах впроваджені у виробництво в ПАТ «Азовмаш», промислове підприємство «Віктор» і показали підвищення довговічності оброблених деталей: лопастей дробеметних апаратів в 1,7–2 рази, молотків зернодробарок в 2,6–3 разів, а також рекомендовані до впровадження в машинобудівному підприємстві для зміцнення цементованих важко навантажених шестерень та зубчастих коліс.

4. Розроблені технології об'ємно-поверхневого зміцнення можуть бути рекомендовані для підвищення довговічності інших деталей машин що швидко зношуються, для чого треба підбирати оптимальні градієнтні співвідношення мартенситу гарту, карбидів та метастабільного аустеніту в поверхневих науглецьованих шарах виробів.

Посилання

1. Руденко С.П. Структура цементованих слоев зубчатых колес трансмиссий энергонасыщенных машин / С.П. Руденко, А.Л. Валько, Е.И. Мосунов // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2012. – № 4 (682). – С.38-42.
2. Sommer K. Verschleiß metallischer Werkstoffe / Karl Sommer, Rudolf Heinz, Jörg Schöfer // Tribologische Grundlagen. – Wiesbaden : Springer Vieweg. – 2018. – P. 5–37.
3. Зинченко В.М. Инженерия поверхности зубчатых колес методами химико-термической обработки / В.М. Зинченко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 303 с.
4. Shen Y. Effect of retained austenite. Compressive residual stresses on rolling contact fatigue life of carburized AISI 8620 steel / Y. Shen, S. Moghadam, F. Sadeghi, K. Paulson, R. Trice // International Journal of Fatigue. – 2015. – Vol. 75, June. – P. 135–144.
5. Малинов Л.С. Экономнолегированные сплавы с мартенситными превращениями и упрочняющие технологии / Л.С. Малинов, В.Л. Малинов. – Харьков: ННЦ ХФТИ, 2007. – 346 с.
6. Walvekar A. Rolling contact fatigue of case carburized steels / A. Walvekar, F. Sadeghi // International Journal of Fatigue. – 2017. – Vol. 95, February. – P. 264–281.
7. Чейлях А.П. Экономнолегированные метастабильные сплавы и упрочняющие технологии / А.П. Чейлях. – Мариуполь : ПГТУ, 2009. – 483 с.
8. Emamian A. Study on Wear Resistance, Hardness and Impact Behaviour of Carburized Fe-Based Powder Metallurgy Parts for Automotive Applications / A. Emamian // Materials Sciences and Applications. – 2012. – № 3. – P. 519-522.
9. Jimenez-Melero E. In situ synchrotron study on the interplay between martensite formation, texture evolution and load partitioning in low-alloyed TRIP steels / E. Jimenez-Melero, N.H. van Dijk, L. Zhao [and etc.] // Materials Science and Engineering A. – 2011. – № 528. – P. 6407–6416.
10. Колокольцев В.М. Износостойкие чугуны для отливок деталей дробеметных камер / В.М. Колокольцев, О.А. Назаров, В.В. Коротченко // Литейное производство. – 1992. – №7. – С. 11-12.
11. Шмыков А.А. Справочник термиста. Справочник – Издание второе. – М. : Книга по требованию, 2012. – 290 с.
12. Cheiliakh O.P. Effect of rising wear-resistance by plasma treatment of carburized structural steel / O.P. Cheiliakh, Y.O. Cheilyakh, N.E. Mak-Mak, Kazumichi Shimizu // Vestnik Magnitigorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.L. Nosova [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. - Magnitogorsk, 2016, vol. 14, no. 2, pp. 76-82.

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ЦЕПЕЙ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА И ТОКОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Доц., канд. техн. наук В.П. Шупов

*Государственный университет экономики и технологий
г. Кривой Рог, Украина*

Воздействие электромагнитных полей (ЭМП) природного или техногенного происхождения на различные биологические объекты установленный факт. Уже в первых исследованиях на эту тему выявлено, что ЭМП оказывают на биологические структуры термическое и информационное воздействие. Выяснено, что на биологическую реакцию влияет целый ряд параметров ЭМП: интенсивность, частота излучения, продолжительность воздействия, наличие и характер модуляции и т.д.

Тепловое воздействие подразумевает интегральное повышение температуры в результате облучения; оно связывается с сильными переменными полями, особенно в области высоких и сверхвысоких частот. Установлено, что при величине поглощения ЭМП до 10 мВт/м избыточное тепло в высокоорганизованных биоструктурах отводится за счет механизма терморегуляции, но при большем поглощении механизм терморегуляции не справляется [1].

Информационное воздействие слабых ЭМП не вызывает сомнения, но его механизм окончательно не выявлен. Считается, что в его основе лежат изменение проницаемости клеточных мембран, изменение ионного состава клетки, активация перекисного окисления ненасыщенных жирных кислот и разобщение процессов окисления и фосфорилирования в митохондриях. Особое внимание уделяется изменению пульсаций корковых нейронов, что нарушает информационные связи. В [2] показано, что наиболее чувствительными к ЭМП являются межуровневые связи, причем, степень биочувствительности увеличивается с повышением уровня иерархии объекта.

Экспериментально подтверждено, что даже слабые ЭМП влияют на такие свойства биологических жидкостей как вязкость, поверхностное натяжение, дегазацию, осмотическое давление и уровень окислительно-восстановительного потенциала. Вопросы влияния слабых постоянных и низкочастотных полей начали разрабатываться относительно недавно; до этого исследовали главным образом вредное влияние ЭМП высоких и сверхвысоких частот, а также мощных полей промышленной частоты 50 Гц от воздушных линий электропередач. Считалось, что излучение проводов электропитания бытового, офисного, и промышленного электрооборудования ничтожно мало по сравнению с другими источниками излучения, как то: мобильные телефоны, компьютеры, телевизоры, микроволновые печи, не говоря уже о специальном оборудовании на производстве, в медицине, в исследовательских лабораториях. В настоящее время биофизическое влияние слабых ЭМП нулевой и промышленной частот на высокоорганизованные организмы уже не вызывает сомнения [1,2].

Статические поля цепей питания постоянного тока.

При протекании постоянного тока через провод вокруг последнего образуются стационарные электрическое и магнитное поля. Силовой характеристикой электрического поля является его напряженность E . В общем виде напряженность поля вне проводника содержит как касательную E_k (по отношению к направлению тока), так и нормальную E_n составляющие [3]. Касательная составляющая возникает из-за падения напряжения вдоль проводника, что приводит к непостоянству заряда. При плотности тока в медном проводе $j = 5 \cdot 10^6$ А/м² и удельном сопротивлении меди $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м эта составляющая оценивается пренебрежимо малой величиной $E_k = 0,086$ В/м. Поэтому при определении параметров электрического поля вокруг проводника с постоянным током можно использовать закономерности электростатического поля с постоянным зарядом и считать, что вектор напряженности нормален направлению тока.

Из курса электростатики [3] известно, что напряженность электрического поля на расстоянии R [м] от центра одиночного проводника с постоянным током оценивается величиной

$$E = q/4\pi \cdot R \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \text{ [В/м]}.$$

Здесь q – линейная плотность заряда в проводнике, Кл/м; ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды; $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная. Для воздуха можно принять $\varepsilon = 1$. В свою очередь, ток в проводнике – это есть величина полного заряда, проходящего через сечение проводника за единицу времени. Таким образом, напряженность электрического поля убывает по мере удаления от проводника по линейному закону.

Численное значение нормальной составляющей напряженности электрического поля зависит от электрического напряжения U и расстояния D между разнополюсными проводами. При $U = 100$ В и $D = 1$ м $E_n = 100$ В/м. Для сравнения укажем, что напряженность статического электрического поля на поверхности Земли составляет примерно (100 – 150) В/м, а при грозовой обстановке достигает 3 кВ/м. Как правило, электропитание потребителей осуществляется шнуром, два проводника которого пространственно совмещены; в этом случае создаваемое цепью питания электростатическое поле вокруг шнура практически отсутствует. Тем не менее, само электрооборудование может создавать электростатические поля, напряженность которого в отдельных локальных объемах может достигать значения 20 кВ/м и даже более. Такие поля характерны для высоковольтных приборов (кинескопы, электронно-лучевые трубки и пр.) и для процессов, сопровождающихся трением диэлектриков.

В Украине действуют Санитарные нормы и правила ДСНіП 3.3.6.096-2002 при работе с источниками электромагнитных полей на производстве и Санитарные нормы и правила ДСН 239-96 по защите населения от воздействия электромагнитных полей. Допустимый уровень стационарного электрического поля этими нормами не регламентируется,

Существующие санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.1191-03 регламентируют допустимый уровень напряженности электростатического поля для производственных помещений величиной 20 кВ/м. В таком поле время нахождения человека не ограничивается. Нормы СанПиН 2.1.2645-10 устанавливают предельное значение напряженности электростатического поля в жилых помещениях на уровне 15 Кв/м.

В Германии национальный стандарт DIN ограничивает допустимый уровень электростатического поля величиной 40 кВ/м.

Таким образом, можно констатировать, что величина электростатического поля цепей питания постоянного тока ничтожна по отношению к допустимым нормам и опасности для биосистем не представляет.

Проводник с постоянным током создает также вокруг себя магнитостатическое поле, которое характеризуется напряженностью H и индукцией B . Из курса электротехники известно, что величину напряженности магнитного поля в точке пространства, удаленной от проводника в плоскости, перпендикулярной проводнику, на расстояние R можно вычислить по формуле

$$H = I/2\pi \cdot R \text{ [А/м]},$$

где I – ток в проводнике, А; R – расстояние, м.

Формула справедлива для случая проводника бесконечной длины. Для случая проводника конечной длины последнее выражение преобразуется в вид:

$$H = I \cdot (\cos \alpha - \cos \beta) / 4\pi \cdot R.$$

Здесь α и β – значения углов между продольной осью проводника и направлениями на точку измерения с концов проводника. Для бесконечно длинного проводника $\alpha = 0$, $\beta = \pi$.

Силовая характеристика магнитного поля выражается его индукцией

$$B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H \text{ [Тл]},$$

где μ – относительная магнитная проницаемость среды; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Тл·м/А – магнитная постоянная.

Для воздуха можно считать $\mu=1$. Поэтому значение B в точке пространства, удаленной от длинного проводника с током I на расстояние R , оценивается величиной

$$B = I \cdot \mu_0 / 2\pi \cdot R.$$

Направление вектора магнитной индукции определяется известным правилом буравчика.

Постоянный ток величиной 10 А, протекающий по одинарному проводу, создает магнитное поле напряженность которого на расстоянии 1м составляет 0,8 А/м, а индукция 2 мкТл. Для сравнения укажем, что значение напряженности магнитного поля Земли в средних широтах составляет примерно 40 А/м.

Указанные выше Нормы Украины ограничивают уровень постоянного магнитного поля на протяжении рабочего дня на производстве величиной 8 кА/м.

Нормы Российской Федерации регламентируют предельные значения параметров постоянного магнитного поля в производственных условиях при общем воздействии на человека величинами 24 кА/м и 30 мТл при кратковременном (до 10 мин.) воздействии или 8 кА/м и 10 мТл при длительном (до 8 час.) воздействии.

В Германии в соответствии с национальным стандартом DIN профессиональная экспозиция не должна превышать 60 кА/м (около 75 мТл).

Как видим, реальные поля от постоянных токов цепей питания, а тем более двухпроводных цепей с разнонаправленными токами, несопоставимо меньше этих нормативных значений. Высокоинтенсивные постоянные магнитные поля могут индуцироваться только специальным оборудованием на производстве или в специализированных лабораториях, например, использующем электромагниты на базе явления сверхпроводимости проводников тока при низких температурах.

Электромагнитные поля цепей питания промышленной частоты.

Гораздо чаще, чем на постоянном токе, электропитание электрооборудования осуществляется переменным током промышленной частоты 50 (60) Гц. Всякий проводник, по которому проходит переменный ток, является излучателем электромагнитной волны в окружающее пространство, распространяющейся со скоростью $v = 3 \cdot 10^8$ м/с. Провод длиной l с током i круговой частоты ω в точке пространства, удаленной на расстояние R , создает ЭМП, параметры которого определяются методами классической электродинамики для элементарных электрических излучателей. Под элементарным излучателем понимают короткий по сравнению с длиной волны ($l \ll \lambda$) проводник, по которому течет гармонический (синусоидальный) ток, амплитуда и фаза которого одинаковы в любой точке проводника. Для расчета характеристик поля используется принцип суперпозиции, т.е. проводник рассматривается как сумма элементарных излучателей. В сферической системе координат поле содержит три составляющих: радиальную электрическую напряженность E_r , меридианальную электрическую напряженность E_θ и параллельную магнитную напряженность H_ψ . Характер распространения этой сферической волны зависит от удаленности от излучателя. Зона, для которой выполняется условие $R \ll \lambda/2\pi$, называется ближней или зоной индукции. Для частоты 50 Гц это условие выполняется с избытком. Считается, что в этой зоне электромагнитная волна не сформирована и на биологический объект действуют независимо друг от друга напряженности электрической и магнитной составляющих. Понятие плотности потока электромагнитной энергии здесь не используется. Величины составляющих ЭМП элементарного излучателя в ближней зоне описываются известными в электродинамике выражениями [4]:

$$E_r = i \cdot l \cdot \cos \theta / 2\pi \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot R^3,$$

$$E_\theta = i \cdot l \cdot \sin \theta / 4\pi \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot R^3,$$

$$H_\psi = i \cdot l \cdot \sin \theta / 4 \cdot \pi \cdot R^2.$$

Здесь θ – угол между направлением проводника и направлением радиус-вектора R , проведенного в данную точку пространства.

В ближней зоне напряженность электрического поля спадает по кубическому, а магнитное – по квадратичному закону. Для радиочастот при $R \gg \lambda/2\pi$ поля ослабевают с расстоянием линейно. Ближняя зона составляет приблизительно одну шестую часть длины волны, что для гармонического тока частотой 50 Гц составляет примерно 1 км. Таким образом, на промышленных частотах ЭМП по мере удаления от провода резко убывает и только на мегагерцовых частотах ослабевает гораздо слабее.

Указанные санитарные нормы Украины устанавливают предельно допустимый уровень напряженности электрического поля частотой 50 Гц для нахождения в нем человека в течении рабочей смены 8 часов без средств защиты величиной 5 кВ/м. При увеличении частоты поля до 1 кГц допустимый уровень напряженности для 8-часовой экспозиции резко уменьшается до 0.12 кВ/м.

Для жилых помещений предельный уровень напряженности электрического поля промышленной частоты составляет 0,5 кВ/м на высоте 1,8 м от уровня пола.

Уровень напряженности магнитного поля частотой 50 Гц при постоянном воздействии на человека в течении рабочей смены 8 часов на производстве не должен превышать 1.4 кА/м, а уровень магнитной индукции 1.75 мТл. Увеличение частоты поля до 1 кГц снижает допустимый уровень напряженности до величины 0.009 кА/м.

Предельный уровень магнитных полей промышленной частоты для жилых помещений нормами не регламентируется.

Нормы Российской Федерации СанПиН 2.2.4.1191-03 устанавливают предельно допустимый уровень напряженности постоянно действующего электрического поля промышленной частоты на рабочих местах в производственных условиях величиной 5 кВ/м, а магнитного поля 80 А/м (100 мкТл). Нормы СанПиН 2.1.2.2645-10 устанавливают нормы для жилых помещений соответственно на уровне 500 В/м и 5 мкТл. Нормы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 устанавливают допустимые уровни полей частотой 50 Гц в офисах при работе на ПЭВМ величиной 25 В/м для электрического поля и 250 нТл для магнитного поля. Но для частоты 2 кГц эти нормы ужесточаются до 2.5 В/м для электрической и до 25 нТл для магнитной составляющих.

Согласно современным санитарным представлениям магнитное поле промышленной частоты может быть опасным для здоровья человека, если происходит продолжительное облучение в течении нескольких лет с уровнем выше 0,2 мкТл. Такой уровень в быту может фиксироваться на расстояниях (0,1-0,4) м от бытового электрооборудования. Заметное излучение дают силовые кабели электропитания. Так, одножильный кабель мощностью порядка 2 кВт с током 10 А на расстоянии 0,5 м создает магнитное поле индукцией 2 мкТл, а двухжильный (прямой и обратный провод) при тех же условиях – 0,008 мкТл. При этом уровень магнитного поля Земли равен

примерно 50 мкТл. Считается, что биологически более активной является магнитная компонента ЭМП.

Такое ужесточение допустимых уровней объясняется повышением чувствительности человека к ЭМП с ростом частоты. В [5] показано, что особую опасность для организма человека представляют поля в диапазоне частот (300-1500) Гц, так как в этом диапазоне находятся частоты внутренних энергетических центров различных органов.

В работе [6] приведена зависимость повышения чувствительности систем человека к электромагнитным полям по мере роста частоты поля.

В свете этого представляется необходимым обратить внимание на такой аспект сетевых цепей питания, как наличие в питающем напряжении высших гармоник. Главной причиной искажения синусоидальной формы питающего тока является протекание любых переходных процессов в электрической цепи. Поэтому и активные и реактивные сопротивления в сети электропитания могут способствовать генерации гармоник тока. Но есть отдельные виды электрооборудования, которые вызывают существенное искажение гармонической формы тока. К ним относятся электрические аппараты с магнитопроводами, работающими в режиме насыщения; устройства дуговой сварки; преобразователи частоты приводов переменного тока; выпрямители переменного тока, особенно регулируемые и т.п. Гармоники, генерируемые источниками, распространяются по всем связанным электросетям. Для их подавления могут применяться фильтры; они снижают уровень высших гармоник, но не устраняют их полностью.

Традиционно в энергетике ограничиваются учетом гармоник не выше 13-й, чему соответствует 650 Гц [7]. Российский стандарт Р54149-2010 при оценке качества электрической энергии систем электроснабжения предполагает учет гармонических составляющих до 40-го порядка, т.е. до 2 кГц. При этом значение суммарного коэффициента гармонических составляющих для сетей 0,4 кВ требует ограничить величиной 8,0 %.

В работе [8] показано, что исследование питающей сети прокатного стана металлургического завода выявило наличие 100-й гармоники с частотой 5 кГц, а гармоники с кратностью 60-80 имели амплитуду до 15 % от номинального напряжения. Усредненный долевой вклад высших гармоник кратностью более 40 в этом случае составлял 18,2 %.

В [9] выявлено, что при питании бытовой нагрузки (освещение, стационарный компьютер, принтер) напряжением 220 В от коридорного однофазного распределительного щитка мощностью 50 кВА коэффициент искажения кривой тока линии питания достигал 29,54 % с доминированием 3, 5, 7 и в меньшей степени 9, 11 и 13 гармоник.

Таким образом, в цепях питания промышленной частоты не исключено наличие высокочастотных гармоник тока, степень чувствительности к которым биологических структур более высокая. В каждом конкретном случае для оценки уровня гармоник необходимо провести замеры с помощью анализатора спектра. При невозможности проведения замеров для оценки

биологического действия ЭМП промышленной частоты следует по умолчанию предполагать наличие гармоник кратностью до 40 и уровнем до 20 % от номинального напряжения.

Выводы

1. В случае использования цепей электропитания постоянного тока или идеально синусоидальной формы питающего напряжения частотой 50 Гц напряженности электрической и магнитной составляющих поля, а также индукция магнитной составляющей находятся в допустимых пределах с большим запасом.

2. Следует учитывать возможность искажения синусоидальной формы напряжения питающей сети, что приводит к появлению высших гармоник, кратность которых может достигать до 100, а частота до 5 кГц. Биочувствительность высокоорганизованных организмов к информационному воздействию электромагнитных полей таких частот значительно выше, чем к основной гармонике промышленной частоты. При невозможности проведения замеров для оценки биологического действия ЭМП промышленной частоты следует по умолчанию предполагать наличие гармоник кратностью до 40 и уровнем до 20 % от номинального напряжения.

Ссылки

1. Холодов Ю.А. Электромагнитные поля в нейрофизиологии / Ю.А. Холодов, М.А. Шишло. - М.: Наука, 1979. - 168 с.
2. Сурма С.В., Щеголев Б.Ф. Иерархия биологических объектов и особенности воздействия электромагнитных полей. Тезисы IV Международного конгресса "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине", г. Санкт-Петербург, 2006. - Режим доступа: <http://www.biophis.ru/archive/congress2006/abs-p77.pdf>
3. Каплянский А.Е. Теоретические основы электротехники / А.Е. Каплянский, А.П. Лысенко, Л.С. Полотовский. - М.: Высшая школа, 1972. - 488 с.
4. Пименов Ю.В. Техническая электродинамика / Ю.В. Пименов, В.И. Вольман, А.Д. Муравцев. - М.: Радио и связь, 2000. - 536 с.
5. Утепов Е.Б. Методы снижения электромагнитного излучения. - Алматы: КазНТУ, 2014. - 126 с.
6. Электромагнитные излучения. Шкала, измерение, распространение, типы и эффективность защиты [Электронный ресурс] - Электрон. текстовые, графические данные (2,83 МБ). М., 2017.
7. Минин Г.П. Несинусоидальные токи и их измерение. - М.: Энергия, 1979. - 112 с.
8. Кучумов Л.А. Исследователи ждут большего от современных измерительных приборов / Л.А. Кучумов, А.А. Кузнецов, М.В. Сапунов // Новости электротехники, 2004. - №4. - С. 64 - 66.
9. Шидловский А.К. Высшие гармоники в низковольтных электрических сетях / А.К. Шидловский, А.Ф. Жаркин. - Киев: Наукова думка, 2005. - 210 с.

Секція 2

ЯКІСТЬ В ОСВІТІ

ГОЛОВА – ЛУЗІК ЕЛЬВІРА ВАСИЛІВНА

докт. пед. наук, професор, заслужений працівник освіти України,
завідувач кафедри педагогіки і психології професійної освіти
Національного авіаційного університету (м. Київ)

Section 2

QUALITY IN EDUCATION

CHAIRMAN – ELVIRA V. LUZIK

Dr. Sc. in Pedagogical, Prof., Honored Educationalist of Ukraine
Head of Department «Pedagogy and Psychology of Vocational Education»
of the National Aviation University (Kyiv)

Секция 2

КАЧЕСТВО В ОБРАЗОВАНИИ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ – ЛУЗИК ЭЛЬВИРА ВАСИЛЬЕВНА

докт. пед. наук, профессор, заслуженный работник образования Украины,
зав. кафедрой педагогики и психологии профессионального образования
Национального авиационного университета (г. Киев)

ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА ОСВІТИ ТА ЇЇ ВПЛИВ В ПЕРСПЕКТИВІ НА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ-ГЕОГРАФА

Ст. викладач, канд. пед. наук М.В. Адобовська
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
м. Одеса, Україна

Пандемія коронавірусної інфекції COVID-19 торкнулася існуючі системи освіти в усьому світі. До екстремальної та практично безальтернативною ситуації повного переходу більшості звичних сфер життя в онлайн людство виявилось не готове. Особливо гостро виклики стоять перед системою освіти в цілому і вищої освіти зокрема. За даними ЮНЕСКО, близько 1,5 млрд. люд. в світі виявилися позбавленими можливості відвідувати заняття в звичному традиційному форматі. Всі освітні системи змушені були приймати непрості рішення і в екстреному порядку здійснювати переклад своєї діяльності в онлайн, фактично не маючи ні вибору альтернативних варіантів роботи, ні можливості відкладеної реалізації цих кроків. У зв'язку з переходом на дистанційну освіту важливим є оцінка основних можливостей, перспектив і проблем.

Проблема організації роботи в дистанційному форматі досить повно висвітлена в теоретичній і прикладній літературі [1-5]. Зокрема, відома робота Л. Шеррі [1] розглядає проблематику віддаленого навчання ні з технічної, а саме з соціальної точки зору, і її висновки, сформульовані в 1995 р, виявляються цілком актуальними для подій 2020 р. Описуючи нинішню ситуацію в освіті, С. Крішнамурті зазначає, що «ніколи в історії цілі студентські спільноти не були раптово переміщені від очного до дистанційного навчання за допомогою цифрових технологій» [6, с. 2]. Як серйозний виклик системі освіти розглядають перехід в онлайн Т. Сурма і П. Кіршнер, які вважають, що «сьогодні університети змушені в прискореному темпі перетворити своє традиційне освіту на основі технологій дистанційного навчання із застосуванням сучасних навчальних технологій» [7, с. 2].

Незважаючи на поширену думку про те, що дистанційне навчання стрімко набирає обертів і поступово витісняє традиційний формат, або, як мінімум, становить йому серйозну конкуренцію, більшість студентів відзначає, що до березня 2020 року вони не мали особистого досвіду отримання освіти в дистанційному форматі. Фактично тільки близько третини студентів мали досвід навчання в дистанційному форматі.

За словами ректора Російського економічного університету ім. Г. В. Плеханова В. І. Гришина, «якщо у вас немає проблем, значить, у вас немає дистанта». Структуризація проблем переходу на дистант значною мірою характерна для всіх ЗВО, які вимушені були переходити на дистанційну модель освітнього процесу.

Перший блок проблем – інструментальний. Викладачі провели ревізію наявних у них технічних засобів, і перші два тижні були присвячені оволодінню новим інструментарієм.

Другий блок проблем – методичний. Викладачі зіткнулися з тим, що необхідно методично переформатувати навчальні матеріали, завантажити їх в новий дистанційний формат.

І третій блок проблем, можливо, найскладніший – психологічний. Викладачам довелося перейти певний психологічний бар'єр при переході на дистант. Професія викладача є саме акторською. Викладач без студентської аудиторії почувається, як артист перед порожнім залом для глядачів. Частково цю нестачу живого спілкування компенсують заняття в форматі вебінарів.

Однією з умов ефективного здійснення освітнього процесу в віддаленому режимі є наявність у викладача і студента комп'ютера (або аналогічного гаджета) відповідного рівня, доступ до інтернету, рівень технологічної оснащеності навчального закладу (інформаційна інфраструктура), наявність ефективних онлайн-платформ для навчання і простий доступ до них, а також підготовка викладачів та студентів до дистанційного навчання.

Інша проблема полягає в тому, що педагоги змушені викладати в системі, яка до цього не підготовлена. На даний момент мало викладачів розуміє, які з безлічі рішень є найбільш ефективними і якомога їх найкращим чином реалізувати. В результаті використовуються не найвдаліші практики онлайн-навчання і дистанційне навчання має скоріше «екстрений» характер. В даному випадку додатковим бар'єром виступає той факт, що на сьогодні не цілком ясно, які технології і формати найкращим чином підійдуть конкретній віковій групі студентів.

Труднощі, пов'язані з дистанційним навчанням, виникають і у самих студентів, особливо у тих, хто не володіє достатнім рівнем внутрішньої мотивації і потребує постійного зовнішнього контролю, який в даний час ослаблений. Згодом це може призвести до суттєвого відставання від навчальної програми вразливих груп студентів. У зв'язку з кризовою ситуацією багато школярів і студентів відчувають також емоційні труднощі, для подолання яких також необхідні певні зусилля і ресурси.

У найскладнішій ситуації опинилися предмети, зорієнтовані на лабораторну базу, яку досить складно оцифрувати. Симуляторів лабораторій у відкритому доступі не існує, а ті, що є, часто не відповідають рівню складності освітніх програм і моделюванні реальних процесів.

Деталізуючи організацію роботи в дистанті за видами навчальної діяльності, хотілося б окремо описати організацію лекцій і семінарів.

Організація лекцій. Викладачі в ЗВО, використовують найрізноманітніші форми організації занять. Лекції викладаються в режимі реального часу, доступні в запису на порталі, використовуються і готові лекції на відкритих ресурсах. Однак найпоширенішими формами заміщення звичного лекційного формату стали розсилка тексту лекції та презентації до неї на електронну пошту студентів, а також розсилка плану лекції і списку використаних джерел для самостійного пошуку інформації та освоєння матеріалу.

Аналіз різних способів організації лекційної роботи в дистанційному форматі показує фактичну неготовність вишів організувати її в активній формі з добре підготовленим контентом. Найбільш непродуктивним варіантом з названих є розсилка плану лекції і літератури на пошту студентам. Але і ця форма, і розсилка тексту лекцій використовуються в навчанні в поточному семестрі досить активно. Можна припустити, що в самий найближчий час у викладачів і адміністрації ЗВО складеться розуміння необхідності мати в своєму активі лекційний матеріал в тому числі і в аудіовізуальному форматі, а також напрацьований змістовний контент для роботи в тому числі і у віддаленому режимі.

Організація семінарів. Проведення семінарських занять має набагато менше проблем, ніж організація лекцій. У режимі реального часу, як зазвичай, тільки в форматі відеоконференцій працюють більшість викладачів. Також викладачі для організації більш ефективної взаємодії використовують форму роботи в маленьких групах, розбиваючи навчальні групи на більш дрібні підгрупи. Ці дві форми роботи найбільш зручні для дистанта і дають можливість студентам брати активну участь в семінарі, а викладачеві максимально приділити увагу кожному. При цьому семінарська робота фактично організована офлайн в формі відповідей на запитання викладача і відправки їх по електронній пошті в певні терміни. Також використовуються проектні форми роботи і тести. Це говорить про те що активні форми взаємодії викладача та студентів в організації семінарської роботи значно менш популярні, ніж пасивні методи контролю знань і використання вже готових напрацювань з механічним набором оцінювання результату (тести).

Оцінка перспектив дистанційного формату навчання. Розвиток дистанційного навчання в системі вищої освіти в Україні триватиме і вдосконалюватися в міру розвитку Інтернет технологій і вдосконалення методів дистанційного навчання. Однак перехід свого навчання повністю в онлайн-формат половина студентів не готова навіть розглядати. Третина студентів відзначають, що реалізувати такий перехід можна частково в залежності від специфіки досліджуваних дисциплін.

Ці дані цілком підтверджують сучасну тенденцію на поступовий перехід освіти до моделі *blended learning*, в якій комбінуються традиційне навчання з дистанційними та онлайн-методами. Зокрема, Т. Джовсі, Дж. Фостер та ін. відзначають, що «змішане навчання може позитивно впливати і дійсно впливає на досягнення учнів, особливо коли воно використовується для управління і підтримки дистанційного навчання. На міжнародному рівні ми спостерігаємо рух до змішаного навчання в великих закладах вищої освіти ».

З урахуванням викладеного необхідно поєднувати плюси реального і віртуального освіти. Віртуальним, дистанційним етапом навчання можуть бути лекції, семінари, віртуальні лабораторні роботи в екстремальних умовах (приклад пандемія, проживання викладача і студента на віддалених один від одного територіях і т.п.). Проте, більшість лабораторних робіт, заліки, іспити, захист кваліфікаційних робіт бажано проводити очно.

Висновки. Перехід на дистанційний формат роботи вищої школи України, за оцінками студентів, був здійснений досить оперативно і ефективно. Однак проблема впровадження і активного використання LMS-системи (системи дистанційної освіти) ЗВО знаходиться на початковому етапі і потребує додаткового стимулювання всіх суб'єктів освітнього процесу. Аналіз оцінки організації освітнього процесу під час вимушеного дистанта дозволяє зробити висновок про те, що і лекції, і семінари були організовані в основному в пасивному форматі - електронна пошта і спілкування в месенджерах. Основний упор був зроблений на самостійну роботу студентів і звіт про цю роботу викладачеві.

Аналіз зарубіжного досвіду переходу на дистант в умовах пандемії дозволяє виявити ряд проблем, з якими стикається і українська освіта. Частина малозабезпечених студентів відмовляється від вищої освіти на користь більш нагальних потреб. В першу чергу це стосується країн з високою платою за навчання (США, Великобританія, Австралія та ін.). Активний перехід на онлайн-освіту може відкинути ці країни на кілька років назад в питаннях рівності між студентами з різних соціально-економічних груп.

Зміни повинні відбутися в діяльності співробітників і викладачів університетів. Щоб бути конкурентоспроможними, їм доведеться освоювати технології володіння інформаційними ресурсами, інструментами, взаємодії зі студентами в онлайн-форматі. Той, хто зможе це краще зробити, той і буде конкурентоспроможним в новій академічному середовищі. Але при цьому не слід перебільшувати значимість інструментів, в тому числі цифрових технологій. Найважливішим фактором ефективності освітнього процесу залишається професіоналізм самого викладача як носія сучасних знань і навичок, які він передає студентам.

Багатьом, навіть хорошим «традиційним» викладачам бракує навичок роботи в цифровому середовищі. Найчастіше у них не було достатньо часу і мотивації на освоєння нових інструментів, перебудову освітнього процесу, підтримки з боку технічних служб університету, які відіграють важливу роль при впровадженні нових технологій. Навчання викладачів в такі стислі терміни, як правило, звелось до інструктивних внутрішнім нарад, коротким вебінарів від експертного співтовариства, рекомендацій та інструкцій по роботі з різними сервісами і платформами, розміщеними на сайтах організацій. Питання педагогічного дизайну і опрацювання проектів курсів навіть не ставилися в порядку переходу на дистанційне навчання. Це було виправдано внаслідок форс-мажорних обставин, які змусили виші мобілізувати всі наявні ресурси і зробити ривок в масовому екстремому впровадженні дистанційних освітніх технологій, але не може вважатися задовільним в планомірному використанні інструментів онлайн-навчання, що вимагає набагато тривалішого часу.

Електронний контент, створений для вирішення викликаних пандемією кризових сьогохвилинних проблем, слід відрізняти від повноцінних онлайн-курсів, які передбачають створення гнучкого інтерактивного

«студентоцентричного» онлайн-середовища для контрольованого освоєння знань і навичок учнями. І, як наслідок, - немає підстав судити про ефективність онлайн-навчання в цілому лише за тими результатами, які будуть отримані в цьому «глобальному експерименті» екстреного переходу на дистанційне навчання.

При переході в онлайн, природно, виникають нові ролі у співробітників університетів, пов'язаних з менеджментом і супроводом освітнього процесу. Онлайн – це не анархія. Коли хочеш – тоді і дивишся лекції. Вона вимагає підтримки електронного розкладу, розподіл освітньої діяльності, завдань. Велика частина з цього буде переведена в електронний формат. Буде впроваджуватися електронний цифровий підпис викладачів, відповідальних адміністраторів і менеджерів освітнього процесу. І це теж принципово змінить навчальний процес.

Чи означає перехід на дистанційні освітні технології, який відбувся значною мірою вимушено, захід класичної освіти? На наше глибоке переконання, це далеко не так. Як і в будь-якій складній справі, що вимагає системного підходу і врахування цілого комплексу взаємопов'язаних факторів, такого роду крайнощі шкідливі і навіть небезпечні.

Ніякі віддалені технології не замінять виняткову роль «університетського середовища», саме очне занурення в яку дає не тільки романтичні спогади про кращі студентські роки, але і формує ядро майбутніх професійних співтовариств. Особисті контакти з професором, експертом, науковим керівником нічим повноцінно не замінити. А навички людського спілкування в академічному середовищі в значній мірі визначають культурний рівень людини і людства в майбутньому.

Тому, на наш погляд, мова повинна йти не про придушення або заміни однієї освітньої технології на іншу, а про розумне їх поєднання, домагаючись посилення переваг і ослаблення недоліків кожної з них окремо.

Посилання

1. Sherry L. Issues in Distance Learning // International Journal of Educational Telecommunications. 1995. № 1{4). P. 337-365. Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). URL: <https://www.learntechlib.org/primary/p/8937/>
2. Phipps R., Merisotis J. What's the Difference? A Review of Contemporary Research on the Effectiveness of Distance Learning in Higher Education. Institute for Higher Education Policy, April 1999. URL: <http://www.ihep.org/research/publications/whats-difference-review-contemporary-research-effectiveness-distance-learning>
3. Simonson M, Smaldino S, Albright M, Zvacek S. Teaching and Learning at a Distance: Foundations of Distance Education // American Journal of Distance Education. 2011. Vol. 25(3). P. 201-204. DOI: 10.1080/08923647.2011.589757
4. Bowen W. Higher Education in the Digital Age // IEEE Transactions on Professional Communication. 2014. Vol. 57. No. 2. P. 150153. April 2014. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPC.2014.2311873>
5. Сергеев А.Г., Жигало И.Е, Баландина В.В. Введение в электронное обучение. / Владимир: Изд-во Владимирского гос. ун-та, 2012. 182 с. URL: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2298/1/00838.pdf>

6. Krishnamurthy S. The future of business education: A commentary in the shadow of the Covid-19 pandemic // Journal of Business Research. 2020. Vol. 117. P. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.05.034>
7. Surma T, Kirschner P. Technology enhanced distance learning should not forget how learning happens // Computers in Human Behavior. 2020. Vol. 110. September. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106390>
8. Hattie J., Timperley H. The power of feedback // Review of Education Research. 2007. Vol. 77. No. 1. P. 81-112. DOI: <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
9. Gomez E., Azadi J., Magid D. Innovation Born in Isolation: Rapid Transformation of an In-Person Medical Student Radiology Elective to a Remote Learning Experience During the COVID-19 Pandemic // Academic radiology. Official journal of the Association of University Radiologists. June 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.06.001>
10. Qandil A., Abdel-Halim H. Distance e-Learning is Closer than Everybody Thought: A Pharmacy Education Perspective // Health Professions Education. June 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2020.05.004>
11. Govindarajan V., Srivastava A. What the Shift to Virtual Learning Could Mean for the Future of Higher Ed // Harvard Business Review. March 31, 2020. URL: <https://hbr.org/2020/03/what-the-shift-to-virtual-learning-could-mean-for-the-future-of-higher-ed>

З ДОСВІДУ ЗАЛУЧЕННЯ РОБОТОДАВЦІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

*Проф., докт. філол. наук Н.Ф. Баландіна,
доц., канд. філос. наук В.П. Кубко*

Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна

Підготовка здобувачів вищої освіти за спеціальністю 061 Журналістика в Одеському національному політехнічному університеті проводиться з 2017 року, після того, коли його було включено в реєстр Асоціації європейських університетів (1999 р.), відкрито гуманітарний факультет (2001 р.) і накопичено необхідний досвід в царині гуманітаризації вищої технічної освіти та досягненні балансу між гуманітарним і технічним профілями професійної підготовки. Доцільність провадження освітньої діяльності підтверджується зарубіжним досвідом, наприклад, спеціальність представлена у 512 навчальних закладах США, значна кількість яких технічного спрямування.

Із приєднанням України до Болонського процесу, поступовою інтеграцією в європейський освітній простір, прийняттям нового Закону України «Про вищу освіту» обличчя журналістської вищої освіти і її ключовий складник – освітня програма – поступово змінюється. Водночас бракує праць, у яких би на конкретних прикладах було показано досвід

укладання новітніх освітніх програм, технологічні моменти проектування, способи визначення кінцевих цілей, ефективність зв'язків із зацікавленими сторонами тощо.

Метою розвідки є висвітлення досвіду організації і розробки освітньої програми із журналістики в Одеському національному політехнічному університеті з акцентом на залученні роботодавців до організації та реалізації освітнього процесу.

Реалізація мети передбачає огляд тенденцій розвитку спеціальності на ринку праці, урахування галузевого та регіонального контекстів, з'ясування інтересів роботодавців та їх залучення до організації та реалізації освітнього процесу.

Методологічною та методичною основою в роботі над програмою слугувала низка інформаційних джерел. Крім нормативних документів державного і внутрішньоуніверситетського рівня, якими керується будь-яка освітня професійна програма, надійним орієнтиром були методичні рекомендації В. М. Захарченка, В. І. Лугового, Ю. М. Рашкевича, Ж. В. Таланової [5], розроблені на основі нового Закону України «Про вищу освіту» і документів Європейського простору вищої освіти; «Національний освітній глосарій», укладений В. М. Захарченком, С. А. Калашніковою, В. І. Луговим, А. В. Ставицьким, Ю. М. Рашкевичем, Ж. В. Талановою за ред. В. Г. Кременя [4]; методичний посібник «Акредитація освітніх програм (за матеріалами проекту QUAERE)» [1], тлумачення численні вебінари, що проводяться Національною агенцією забезпечення якості освіти та ін. Формуючи концептуальну основу освітньої програми, робоча група ураховувала, з одного боку, погляди вітчизняної академічної спільноти, зокрема С. М. Квіта, В. В. Лизанчука, В. В. Різуна, Є. М. Федченка Ю. В. Федорченка, а з другого, зважала на дискусії щодо реформування журналістської освіти, що точаться в масмедійному середовищі (Огляд див.: [2, с. 1]). Цінним виявився зарубіжний досвід, представлений в роботах Б. Девіс, М. Велан, І. Лернер та ін. І хоч висловлені науковцями, медіаекспертами та журналістами думки дещо різняться, в окремих моментах вони навіть опозиційні, важливо, що більшість з них засвідчує необхідність університетської форми навчання, яка не замикається виключно на технологічних вміннях, притаманних школам журналістики, а формує у студентів широке бачення професії, ураховуючи запити роботодавців. Щодо залучення роботодавців до процесів забезпечення якості, то «можна констатувати, що роботодавці та представники промисловості, безумовно, зацікавлені в підвищенні якості вищої освіти, оскільки вона впливає на якість випускників, які є їхніми майбутнім працівникам» [6].

Провадження освітньої діяльності зі спеціальності 061 Журналістика в Одеському національному університеті продиктовано усталеною тенденцією до інтенсифікації інформаційних потоків, розширення інформаційного простору, зростання попиту на фахівців, здатних розв'язувати складні спеціалізовані завдання в медіасфері, а також об'єктивними потребами

регіону, у якому функціонує 35 телерадіокомпаній. Відтак при розробці програми:

по-перше, ураховано потребу регіональних роботодавців в універсальних журналістах, здатних виконувати обов'язки новинара, створювати й обробляти фотоконтент, розробляти дизайн; мати базові навички відео- та аудіомонтажу тощо. Саме цей чинник зумовив особливості програми і, відповідно, добір освітніх компонентів та результатів навчання;

по-друге, з переходом традиційних ЗМІ на мультимедійні платформи з'явилася необхідність знатися на особливостях роботи онлайн-редакцій, мережевої комунікації, працювати з big data та здійснювати фактчекінг. Ця тенденція зумовила включення таких дисциплін, як «Інтернет-журналістика», «Основи графічного дизайну», «Обробка інформації баз даних», «Копірайтінг», «Фактчекінг»;

по-третє, із посиленням комерційних імперативів стали затребуваними економічні знання, що спонукало до впровадження обов'язкових («Основи менеджменту медіаіндустрії») та вибірових («Медіаекономіка» та «Видавничий менеджмент») освітніх компонентів;

по-четверте, зі зростанням впливу аудиторії на мас-медіа, активізацією громадської думки необхідним є вивчення консупційних переваг споживачів медіапродукту, налагодження зв'язків із різними соціальними групами, що зумовило введення дисциплін «Методи вивчення громадської думки», «Психологія мас-медіа».

При підготовці ОП брався до уваги галузевий і регіональний контекст, зокрема здатність випускника до реальних практик у локальних масмедіа, які в Одесі мають сформовану вже з поч. 19 ст. традицію [3]. Так, свої пропозиції щодо регіональних перспектив розвитку програми висловлювали В. Морозов, головний спеціаліст управління представників Національної ради з питань телебачення і радіомовлення в Одеській області, І. Діордієва, піар-менеджер ТОВ «Стар Тайм»; О. Галяс, заступник редактора газети «Порто-франко» та ін.

Навчальний контент сфокусовано на економічних, культурних, міжетнічних проблемах регіону, а відтак створенні грамотного медіапродукту на задану тему. З цією метою впроваджено дисципліни «Регіональний менеджмент» з результатом навчання – знати особливості процесу управління регіональною економікою, його форми та організацію, «Соціальна робота з етнічними меншинами» з результатом навчання – демонструвати розуміння етнокультурних особливостей, уміння оцінити рівень адаптації, передбачити можливі проблеми в міжетнічній взаємодії.

Ураховуючи регіональний контекст, зокрема Одеси як торговельного, культурного і рекреаційного центру, з вираженою потребою у фахівцях з реклами і піару, введено дисципліни «Теорія і практика реклами», «Теорія і практика PR», «Креативні технології в рекламі та PR», «Іміджологія» з відповідними результатами навчання.

Регіональний аспект розробляється здобувачами освіти в науковій роботі, а також у творчому доробку, зокрема в проекті «Молодіжна політика

для ОТГ Одещини», участі у презентації регіональної транскордонної політики Дунайського басейну та ін.

Ураховуючи динаміку медіаринку, упровадження галузевого і регіонального контекстів має значну перспективу.

При розробці ОП ураховувалися інтереси роботодавців, які озвучувалися на засіданнях кафедри, круглих столах і т. ін. Крім того, роботодавці брали участь в експертній оцінці програми, висловлювали побажання під час виробничої і переддипломної практик. Більшість пропозицій було враховано, зокрема, пропозиції Ю. А. Работіна, голови правління Одеської регіональної організації НСЖУ, О. О. Хорошого, генерального директора ТОВ «СТАР ТАЙМ», позначилися на визначенні фокусу та унікальності програми, зокрема необхідності підготовки не вузько орієнтованого, а універсального фахівця, здатного працювати на мультимедійних платформах в аудіовізуальних та Інтернет ЗМІ на посадах журналіста, редактора, фотокореспондента, медіаменеджера, а також рекламіста, фахівця із зв'язків з громадськістю та видавничо-поліграфічного виробництва; рефлексії представників телеканалу СТБ в особі генерального режисера О. –Р. Яковенчук; Юженської міської студії телебачення «МИГ» – директорки О. В. Годовенко; телеканалу ТАК TV (м. Миколаїв) – генерального продюсера Г. О. Головченка та ін. зумовили впровадження дисциплін технологічно-практичного спрямування: «Фотожурналістика», «Методи вивчення громадської думки», перенесення з вибірових компонент в обов'язкові «Основи графічного дизайну», «Інтернет-журналістика», започатковано вибіровий курс «Толерантність та дискримінація» та ін.

Сприятливим майданчиком для діалогу було опитування роботодавців через офіційний web-сайт ОНПУ, обговорення проблем журналістської освіти в медіа.

Попри те, що деякі групи стейкхолдерів не брали безпосередньої участі в розробці ОП, їхні інтереси з'ясовувалися і почасти враховувалися. Ідеться насамперед про випускників університету за іншими спеціальностями, які працюють у засобах масової комунікації на посадах журналіста телебачення, шеф-редактора, піар-менеджера, менеджера рекламної агенції, менеджера фотостудій і які у приватних бесідах з робочою групою радили посилити прикладний складник журналістської освіти, а також приділити увагу медіаменеджменту; медіа-тренерів (В. Голубєва, консультанта Ради Європи, засновника школи універсального журналіста; В. Мостового, колишнього головного редактора тижневика «Дзеркало тижня», голови Комісії із журналістської етики; І. Славінської, громадської діячки, продюсерки радіо «Культура», д. пед. н.; професора Т. В. Іванової, фахівця з медіаграмотності, та ін.), поради яких прислужилася в доборі освітніх компонентів, що забезпечують такі результати навчання, як необхідність дотримання професійної етики і доброчесності, уміння критично мислити та ін.

З метою забезпечення якості освіти випускова кафедра співпрацює з державними та приватними інституціями на основі укладених договорів

(Одеська регіональна організація Національної спілки журналістів, Національна рада з питань телебачення і радіомовлення в Одеській області, ТОВ «СТАР ТАЙМ» та ін.), а також угод про проходження практики. Зворотний зв'язок підтримується через електронне анкетування на сайті університету. Так, за останніми оцінками роботодавців, знання та навички здобувачів є високими (55,68%) і достатніми (46,59%).

Поради роботодавців ураховуються в укладанні переліку освітніх компонентів, необхідності включення нових і/або вдосконалення чи вилучення наявних компетентностей та результатів навчання, при розгляді окремих процедур практичної підготовки, темарію науково-дослідних робіт. Пропозиції роботодавців є актуальними при розробці навчальних дисциплін в цілому або окремих їх тем. У процесі обговорення аналізується рівень сформованості професійних компетентностей і результатів навчання студентів, відзначаються здобутки та проблемні зони освіти. Такі зустрічі відкривають також перспективи для співпраці, зокрема при проведенні традиційних для кафедри Міжнародних науково-практичних конференцій, ушануванні пам'яті загиблих журналістів.

Організація та реалізація освітнього процесу також відбувається із залученням роботодавців. Так, у розширених засіданнях кафедри брали участь професійний коуч М. Рєзнікова; менеджерка з PR «Суспільного мовника UA: Одеса» Ю. Муконіна, які наголошували на формуванні здатності випускника до постійного професійного самовдосконалення, умінні працювати в команді, пропонували тематику курсових і кваліфікаційних робіт з урахуванням інтересів масмедіа; обговорювали можливості працевлаштування. Роботодавці є наставниками здобувачів освіти при проходженні виробничої практики; беруть участь у щорічному заході «Ярмарок кар'єри», організованому університетським Кар'єра-центром; запрошуються як голови ЕК при захисті кваліфікаційних робіт.

Залученням роботодавців до організації та реалізації освітнього процесу відбувається на основі договорів про співпрацю та ініціативних практик. Університет запрошує до проведення аудиторних занять кращих професіоналів-практиків, експертів, медіатренерів.

Деякі з них працюють як викладачі, інші – на безоплатній основі. На безоплатній основі проводяться бінарні заняття проводяться як на технічно-технологічній базі одеських масмедіа («Суспільний мовник UA: Одеса», «Третій цифровий», радіостанція «Шарк», ТРК «Круг» та ін.), так і в аудиторіях університету. Зокрема, на занятті з курсу «Теорія і практика реклами» про свій досвід розповів оператор «7 каналу» Д. Бондаренко; заступник голови Комітету по роботі з молодими адвокатами І. Гроза на занятті із журналістської етики розкрив психологічно-юридичний аспект масмедійної діяльності; на занятті «Вступ до фаху» редактор газети «Порто-Франко» О. Галяс висвітлив особливості друкованих видань Одещини. Здобувачі є активними учасниками офлайн та онлайн семінарів, тренінгів, майстер-класів від професіоналів-практиків.

Висновки

1. Алгоритм розробки освітньої програми із залученням роботодавців полягає у визначенні потреби в освітній програмі відповідно до вимог і запитів ринку праці, формулюванні чітких цілей та особливостей навчання, відслідковуванні тенденцій розвитку спеціальності на ринку праці, з'ясуванні специфіки галузевого та регіонального контекстів.

2. За таких умов введення гнучких освітніх програм, які не нав'язуються, а проєктуються з урахуванням рекомендацій роботодавців, безумовно має позитивний вплив на освітній процес, дозволяє реально продемонструвати зв'язок з виробництвом і таким чином сприяти входженню в Європейський освітній простір.

Посилання

1. Акредитація освітніх програм (за матеріалами проекту QUAERE) : методичний посібник / В.А. Бугров, А.П. Гожик, Д.В. Щеглюк та ін.; за заг. ред. Л.В. Губерського. Київ : ВПЦ "Київський університет", 2018. 74 с.
2. Баландіна Н. Ф. Різні підходи та однакові проблеми в журналістській освіті // Молодий вчений. 2020. №9 (85). С. 1–5. Режим доступу: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2020/9.1/1.pdf>.
3. Баранник М. В., Голобуцький П. В. Історія преси в країні // Енциклопедія історії України: Т. 3: Е–Й / Редкол.: В. А. Смолій (голова) та ін. НАН України. Інститут історії України. К. : В-во «Наукова думка», 2005. 672 с. Режим доступу: http://www.history.org.ua/?termin=Istoriya_presy_v_Ukr.
4. Національний освітній глосарій: вища освіта / 2-е вид., перероб. і доп. / авт.-уклад.: В. М. Захарченко, С. А. Калашнікова, В. І. Луговий, А. В. Ставицький, Ю.М. Рашкевич, Ж.В. Таланова / За ред. В. Г. Кременя. Київ: ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2014. 100 с.
5. Розроблення освітніх програм. Методичні рекомендації / Авт.: В. М. Захарченко, В. І. Луговий, Ю. М. Рашкевич, Ж. В. Таланова / За ред. В. Г. Кременя. Київ: ДП «НВЦ «Пріоритети», 2014. 120 с. Режим доступу: http://ibhb.chnu.edu.ua/uploads/files/metodrada/Rozroblennya_osv_pr_ogra.pdf.
6. Піскурська Г. В. Стейкхолдерський підхід у забезпеченні якості вищої освіти // Наукові праці вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет». Серія: «Педагогіка, психологія і соціологія». № 1 (24), 2019. Режим доступу: <http://pedagogy.donntu.edu.ua/1-24-2019/piskurska-h-v-stejkkholderskyj-pidkhd-u-zabezpechenni-iaкости-vyshchoi-osvity/>

АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОГО ВИХОВАННЯ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Асист. Ю.В. Бойко, студ. гр. А-І-20 Є.Ю. Білик*

**Кафедра хімії*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет
м. Дніпро, Україна*

Початок XX століття ознаменований стрімким розвитком промисловості, а, отже, активно починає руйнуватися природне середовище. І сьогодні людство уже говорить про глобальну екологічну кризу. Україна має міжнародний статус зони екологічного лиха. Ця зона охоплює близько 10 відсотків загальної площі території нашої країни. Природні ресурси, зокрема рослинний і тваринний світ, знаходяться на межі повного виснаження. В умовах такої кризової ситуації важливо активізувати поширення екологічних знань, підняти на високий рівень екологічну освіту та екологічну культуру населення і зокрема студентської молоді [1].

Аналіз наукової літератури дав змогу виявити, що саме глобальні проблеми сучасності, які несуть загрозу життю і людській цивілізації, викликали необхідність екологічної освіти, покликані реалізувати ідеї інформаційного суспільства, що стає актуальним. Пошук шляхів гармонійної взаємодії суспільства і природи призводить до інтенсивного процесу екологізації загальної культури людства, і, як наслідок, – до формування теорії і практики екологічної освіти.

Подальше дослідження цієї проблеми, проведене філософами і педагогами, дозволило виділити новий аспект виховання – екологічний [2].

Основною метою екологічної освіти є формування екологічної культури майбутніх фахівців і суспільства в цілому, формування навичок, фундаментальних екологічних знань, екологічного мислення і свідомості, що ґрунтуються на ставленні до природи як універсальної, унікальної цінності. Саме тому екологічна освіта, з одного боку, повинна бути самостійним елементом загальної системи освіти, а з іншого боку, – виконувати інтегративну роль у всій системі освіти.

Викладачі на своїх заняттях переконують студентів, що в основу екологічної освіти покладені принципи гуманізму, науковості, неперервності, наскрізності та систематичності. Екологічна освіта спрямовується на поєднання раціонального й емоційного у взаємовідносинах людини з природою на базі принципів добра й краси, розуму й свідомості, патріотизму й універсалізму, наукових знань і дотримання екологічного права [3].

Екологічна освіта – це сукупність наступних компонентів: екологічні знання – екологічне мислення – екологічний світогляд – екологічна етика – екологічна культура [4]. Кожному компоненту відповідає відповідний рівень (ступінь) екологічної зрілості: від елементарних екологічних знань, уявлень шкільного рівня до їх глибокого усвідомлення і практичної реалізації на вищих рівнях.

На нашу думку, можна виділити такі узагальнені рівні екологічної підготовки:

- Інформаційно-підготовчий;
- Базовий, спрямований на формування світогляду;
- Вищий, профільно-фаховий.

Під час викладання дисципліни «Хімія» серед студентів різних спеціальностей у Дніпровському аграрно-економічному університеті ми зіткнулися з тим, що у студентів виникає багато питань щодо безпечності використання тих або інших реагентів при аналізі ґрунтів, добрив, харчових продуктів, вони також занепокоєні загальним екологічним станом навколишнього середовища. Таким чином, ми дійшли висновку, що необхідно приділяти час на формування екологічних компетенцій під час викладання хімічних дисциплін. Виявилось, що це доцільно робити у декілька етапів для підвищення зацікавленості у студентів, які брали активну участь у розробці активностей, які допоможуть їм при виконанні лабораторних робіт сформувати екологічну свідомість.

Етап перший: при проведенні лабораторних робіт за темою «Комплексонометричний аналіз», ми, за ініціативою студентів груп агрономічних спеціальностей, досліджували водопровідну воду з метою визначення твердості та ґрунти на вміст у них сполук Кальцію та Магнію. Вода та ґрунти були відібрані у різних районах Дніпропетровської області. Потім студенти робили висновки щодо стану досліджуваних об'єктів та можливості застосування їх з сільськогосподарською метою.

Наступним етапом було заняття з елементами проектного навчання. Група студентів агрономічних спеціальностей висунула припущення, що за допомогою рослин можна проводити моніторинг забрудненості навколишнього середовища, зокрема, ґрунтів. Під час досліджень вони склали перелік рослин, які можуть бути застосовані як індикатори забруднень певними хімічними речовинами, а також запропонували дослідити можливість зменшення забрудненості ґрунтів важкими металами за допомогою висадження певних видів рослин. Це дозволило їм проявити самостійність, творчий підхід до вирішення проблеми, а також сформувати відповідальність за прийняття рішень та навички командної роботи.

Третім етапом стала гурткова робота зі студентами. Було запропоновано з метою зниження кількості забруднюючих речовин у стічних водах та ґрунті створити екологічно небезпечні миючі засоби з хімічних речовин природного походження та дослідити їх вплив на зовнішнє середовище за допомогою рослин-індикаторів забруднень. Також іншою групою студентів була досліджена можливість створення та застосування речовин, які б могли зв'язувати екологічно небезпечні речовини та зменшувати їх вплив на зовнішнє середовище.

Висновки:

1. У тій кризовій екологічній ситуації, в якій перебуває світ у цілому, на базі вивчення хімічних дисциплін можна сформувати поступове

розширення і поглиблення екологічних знань студентів, спонукати їх до дослідницької діяльності, розвинути екологічний тип мислення, здатність до самостійних висновків. Це розширить шкалу ціннісних орієнтацій майбутнього фахівця, в якій чільне місце належить вузькоутилітарним, прагматичним мотивам ставлення до природи.

2. Теоретична основа екологічного виховання ґрунтується на рішенні задач у їхній єдності: навчання, виховання, розвитку. Правильно використовуючи різні методи навчання при викладанні хімічних дисциплін, викладач може сформувати екологічно грамотну і виховану особистість.

Посилання

1. Авдеев В. Ф., Пирогов Б. І., Непийвода В. С. Роль людського фактору у вирішенні екологічної проблеми / У зб. Рациональне природокористування та охорона навколишнього середовища. Курс лекцій. – К., 1991. 59 с.
2. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник «Університетська книга» ВД «Княгиня Ольга». Суми- Київ 2005. – 302 с.
3. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Основи екології та охорони довкілля. – Київ – 2006. – 389 с.
4. Концепція екологічної освіти в Україні /<http://www.osvita.irpin.com/viddil/v5/d33.htm>

ОБОБЩЕН АНАЛИЗ НА ДЕЙНОСТТА И ПЕРСПЕКТИВИТЕ ПО ПРОЕКТИ ЗА КРЕДИТНА МОБИЛНОСТ, ФИНАНСИРАНИ ОТ ПРОГРАМА „ЕРАЗЪМ+“

Eng., MSc Sergey Dimitrov

Erasmus Operational Coordinator Expert "Student and Staff Mobility"

Technical University of Varna, Bulgaria

През последните повече от 15 години ТУ-Варна активно всяка година участва в проекти за преподавателска и студентска мобилност по ключова дейност KA131 HAD /досегашна KA103/ между университети от т. нар. програмни държави от Европейския съюз, финансирани от програма „Еразъм+“.

В настоящия момент имаме сключени **133** между-институционални споразумения за студентски мобилности с цел обучение, или с цел практика и мобилност на персонала с цел преподаване, или с цел обучение с университети и основни компании от общо **28** европейски държави.

Интересът на студентите и преподавателите на ТУ-Варна към такива мобилности бележеше траен и значителен ръст до настъпването на Ковид 19 пандемията.

Така например през академичната 2018/2019 бяха реализирани, или договориани:

- общо **143** студентски мобилности (10 с цел обучение и 133 с цел практика) спрямо **114** студентски мобилности (8 за обучение и 106 за практика) през 2018/2019 учебна година;

- общо **81** преподавателски мобилности (10 с цел преподаване и 71 с цел обучение). За сравнение през 2018/2019 учебна година сме имали **71** преподавателски мобилности (20 с цел преподаване и 51 с цел обучение).

Възходяща бе и тенденцията по отношение на входящата в ТУ-Варна студентска и преподавателска мобилност от партниращите ни по програма „Еразъм+“ университети от ЕС.

През академичната 2019/2020 година в ТУ-Варна са приети **15** чуждестранни студенти: съответно 7 от два френски университета, 3 от полски университет, 3 от два турски университети по един от чашки и германски университет, спрямо приетите **26** студенти през академичната 2018/2019 г.

През академичната 2019/2020 година в ТУ-Варна са приети общо 21 чуждестранни преподаватели и служители от университетите в Таргу Жиу и Алба Юлия - Румъния, Каунас и Клаипеда – Литва, Рошок и Шмалкалден - Германия, Пржемисъл – Полша и Ялова – Турция.

За сравнение през предходния период сме приели общо 71 чуждестранни преподаватели и персонал.

Съществена причина за този спад при входящите студентски и преподавателски мобилности се дължи на пандемичната обстановка.

Създадените нови съдържание и дизайн на уеб страницата „Еразъм+“ в сайта на университета в интернет дават лесен и бърз достъп на студентите и преподавателите до административната процедура за мобилностите, както и до съответните документи в електронен вид. Страницата съдържа електронен архив на всички видове осъществени мобилности след 2010 година., както и за контактите на факултетните и катедрените Еразъм координатори. Този архив улеснява достъпа до информацията относно активността на катедрите по програма „Еразъм+“, необходима за отчитане при извършване на атестации.

Прилагането на изготвения и приет нов Правилник за академична мобилност на студенти, докторанти, преподаватели и служители в ТУ-Варна значително подобрява организацията и администрирането на дейността по програмата.

Голяма част от финансовите средства от настоящия ни проект по KA131 HED по перата за мобилност на студенти и персонал не бе изразходвана, заради обстоятелствата, свързани с пандемичната обстановка. В тази връзка бе удължен периода на изпълнение на проекта с 1 година до 30 септември 2022 г.

Проектното предложение на ТУ-Варна бе позитивно оценено и получихме ЕРАЗЪМ ХАРТА ЗА ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ за следващия 7 годишен програмен период на ЕС до 2027 година.

На 14.05.2021 г. изпратихме нашето проектно предложение по KA131 HAD за мобилност през период от 26 месеца след септември 2021 г. /бивша KA103/.

ТУ-Варна вече е регистриран на новата дигиталната платформа за управление на между-институционалните споразумения по програма Еразъм+, която е задължителна за прилагане през новия програмен период.

Центърът за развитие на човешките ресурси удостои Технически университет – Варна със **сертификат** за качествено изпълнение на проект 2018-1-BG01-KA103-47100, свързан със студентските и преподавателските мобилности между висши училища от програмни и партниращи страни по програма „Еразъм+”. В съответната категория на сектор Висше образование такава награда получи само два от общо 48 български университети, работили по подобни проекти за кредитна мобилност.

След 2018 година екипи на ТУ-Варна се изготвят и проектни предложения за кредитна мобилност, финансирани от програма „Еразъм+“, по ключова дейност KA171 /досегашна KA107/ с университети от т. нар. партниращи държави извън Европейския съюз.

През миналата година бе одобрено проектното ни предложение за мобилност с два албански университети.

Имаме намерението и амбицията, използвайки опита си, да продължим да изготвяме проектни предложения за кредитна мобилност с университети от държави, извън Европейския съюз.

Ако те бъдат приети от Националната агенция Център за развитие на човешките ресурси и от Европейската комисия, тогава ще получат финансиране.

Реализацията на проектите ще послужи, като основа за развитие на международното сътрудничество с потенциалните ни нови партньори извън Европейския съюз.

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАДАЧ З ПАРАМЕТРАМИ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Доц., канд. фіз.-мат. наук О.Ю. Дюженкова,

проф., докт. фіз.-мат. наук М.Є. Дудкін

НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Вища математика є фундаментальною дисципліною для підготовки студентів інженерних спеціальностей. Майбутнім фахівцям – інженерам необхідна якісна математична освіта, яка починається зі школи. Рівень шкільної освіти абітурієнта визначається рівнем виконання тестових завдань зовнішнього незалежного оцінювання, яке передбачає завдання з різних тем та різного рівня складності. Сертифікаційна робота містить як типові завдання, що оцінюють засвоєння основних математичних понять, їх властивостей та використання основних алгоритмів, так і більш складні задачі, що передбачають поглиблене

вивчення математики в школі. Завдання відкритої форми з розгорнутою відповіддю дають можливість оцінити рівень володіння матеріалом, уміння обґрунтувати всі етапи розв'язання та зробити правильні висновки. Найскладнішим завданням сертифікаційної роботи є задача з параметром, яка повною мірою дає змогу проявити аналітичні здібності абітурієнта. Задачі з параметрами доцільно використовувати і в процесі вивчення математики, і для оцінювання його результатів. Такі завдання визначають рівень засвоєння матеріалу з відповідної теми, показують уміння виділяти основне, аналізувати і встановлювати зв'язки між різними поняттями. Більшість задач з параметрами передбачає вміння правильно знаходити область визначення функції, враховувати її властивості, зокрема, при розв'язуванні систем показникових, логарифмічних, тригонометричних рівнянь та нерівностей. Деякі завдання необхідно (або доцільно) розв'язувати графічним способом, що потребує достатніх навичок побудови графіків функцій та відшукування їх точок перетину в залежності від значень параметру.

Зазначимо, що при викладанні вищої математики студентам інженерних спеціальностей теж доцільно використовувати задачі з параметрами, що сприятиме поглибленому вивченню матеріалу і формуванню дослідницьких навичок майбутніх фахівців. Розглядаючи більшість математичних понять, можна запропонувати завдання з параметрами різного рівня складності в залежності від програми дисципліни, від обсягу годин на вивчення певного розділу, від рівня підготовки студентської аудиторії тощо.

Вивчаючи розділ «Елементи лінійної алгебри», для кращого засвоєння основних понять та алгоритмів можна розглянути такі задачі з параметрами. Наприклад, визначити, при якому значенні параметра a матриця

$$A = \begin{pmatrix} a & 2 & 1 \\ 3 & 2 & -1 \\ 0 & a & 1 \end{pmatrix} \text{ має обернену; визначити, при яких значеннях параметрів } a \text{ і } b$$

$$\text{система } \begin{cases} 3x - 2y + z = b \\ 2x + y + az = -1 \\ 5x - 8y + 9z = 3 \end{cases} \text{ має один розв'язок; безліч розв'язків; не має жодного}$$

розв'язку. При вивченні векторної алгебри та аналітичної геометрії задачі з параметрами зручно розглядати при застосуванні скалярного, векторного та мішаного добутків векторів. Наприклад, перевірити, при якому значенні параметра два вектори утворюють гострий кут, три вектори утворюють базис.

У вступі до математичного аналізу задачі з параметрами варто використовувати при обчисленні границь. Розкриваючи невизначеності різних типів залежно від значень параметра, можна варіювати від простих вправ до більш складних завдань. Наприклад, 1) обчислити границю

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{1 - \cos x}{x^2} \text{ при різних значеннях } a; 2) \text{ визначити, при якому значенні}$$

$$\text{параметра } a \text{ границя } \lim_{x \rightarrow a} \frac{a^{x^2} - a^2}{\lg(\ln(x/a))} = 4 \ln 2.$$

Багато різних задач з параметрами можна запропонувати при вивченні диференціального числення функції однієї змінної. Цей розділ є важливою складовою професійної спрямованості вищої математики, оскільки похідні широко застосовуються для дослідження функцій, що описують різноманітні процеси. Зокрема, можна розглянути задачу на визначення оптимального значення (максимуму або мінімуму) функції, на яку накладено певні обмеження, залежні від параметрів.

Після вивчення кількох розділів математики можна використовувати комбіновані задачі з параметрами, які дають змогу оцінити знання студентів та вміння орієнтуватись у різних розділах математики. Наприклад, знайти, при якому значенні параметра c на векторах $\vec{a} = (3; 2; c)$ і $\vec{b} = (1; 2; 4)$ можна побудувати трикутник з найменшою площею (векторний добуток, похідна).

Висновки. При вивченні багатьох математичних понять в курсі вищої математики доцільно використовувати задачі з параметрами, які сприяють якісному засвоєнню матеріалу і дають змогу краще оцінити знання студентів.

Посилання

1. Апостолова, Г.В. Перші зустрічі з параметрами. / Г.В. Апостолова, В.В. Ясінський. – К: Факт, 2008. – 324 с.
2. Дюженкова, Л.И. Практикум по высшей математике: учебное пособие (в 2-х частях). / Л.И. Дюженкова, О.Ю. Дюженкова, Г.А. Михалин. Ч.1 – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2009. – 448 с.
3. Дюженкова, Л.И. Практикум по высшей математике: учебное пособие (в 2-х частях). / Л.И. Дюженкова, О.Ю. Дюженкова, Г.А. Михалин. Ч.2 – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2009. – 468 с.

СОЦІАЛЬНЕ ПАРТНЕРСТВО ВНЗ І ПІДПРИЄМСТВ ЯК РЕГУЛЯТОР ПРОФЕСІЙНОЇ АДАПТАЦІЇ СТУДЕНТІВ

Завідувач НВМ¹, аспірант² А.Л. Зінченко, директор центру³ С.М. Зінченко

¹Нікопольський фаховий коледж НМетАУ

²Кафедра педагогіки та методики технологічної освіти КДПУ

³Нікопольський регіональний центр моніторингу освіти та соціального партнерства НМетАУ

***Національна металургійна академія України (НМетАУ), м. Нікополь
Криворізький державний педагогічний університет (КДПУ), м. Кривий Ріг***

Постановка проблеми. Головна мета статті – налагодження зв'язків соціального партнерства між підприємствами і вищими навчальними закладами, формування висококваліфікованого кадрового потенціалу, забезпечення сучасного рівня професійно-практичної підготовки студентів вищих навчальних закладів та працевлаштування випускників.

Зараз особливо важливо звернутися на те нове і позитивне у соціальному партнерстві, що дозволяє успішно регулювати професійну адаптацію студентів, підняти якість і ефективність реалізації змісту освітніх технологій, забезпечити сучасний рівень підготовки випускників металургійних спеціальностей, максимально задовольнити потребу базових підприємств у висококваліфікованих кадрах.

Питання професійної підготовки студентів вишів, на основі соціального партнерства, є важливою педагогічною проблемою, що потребує детального теоретичного аналізу та практичного дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За підсумками аналізу робіт науковців (Н.Г. Діденко, А.О. Молчанової, А.І. Кудряченка та ін.), які розкривають сутність поняття «соціальне партнерство», що сприяє економічній стабільності та розвитку, створенню конкурентоспроможної системи освіти кожної країни, є важливою передумовою для формування конкурентоспроможних фахівців[1, 2, 3]. Стосовно до системи вищої освіти, за оцінкою багатьох дослідників, якість професійної підготовки студентів вишів не завжди відповідає сучасним потребам роботодавців (С.В. Безвуха, К. Чугаєвої, Н.Л. Віноградової та ін.)[4, 5, 6]. Окремі аспекти соціального партнерства закладів вищої освіти I – II рівня акредитації висвітлюються у наукових роботах (С. Українця, В.І. Жукової та ін.)[7, 8].

Аналіз теоретичних робіт показав, що проблема соціального партнерства навчальних закладів і базових підприємств як важливого регулятора професійної адаптації студентів до продуктивної діяльності, у забезпеченні якості підготовки випускників, є досить гострою.

Мета статті. Наукове дослідження питання соціального партнерства ВНЗ і підприємств як регулятора професійної адаптації студентів, експериментальна перевірка управління системи професійної підготовки студентів відповідно до сучасних вимог роботодавців.

Виклад основного матеріалу дослідження. На нашу думку, соціальне партнерство ВНЗ та базових підприємств як регулятор професійної адаптації можна поділити на 4 етапи:

1. Ознайомчо-проектувальний етап (1-2 курс):

1.1 навчальний заклад: ознайомлення з новими умовами навчання, правилами та обов'язками студентів, проведення додаткових занять та факультативів з фундаментальних дисциплін, вивчення сучасних комп'ютерних технологій, визначення остаточних знань, проведення анкетування та тестування;

1.2 базові підприємства: участь у матеріально-технічному забезпеченні навчального закладу, проведенні тематичних екскурсій на базові підприємства, зустрічах з ветеранами праці.

2. Основний етап (корегувальний) (2-3 курс):

2.1 навчальний заклад: вивчення спеціальних дисциплін, здійснюється організація професійної діяльності студентів у формі проходження слюсарно-механічної практики, участь в науково-дослідній роботі,

- олімпіадах, науково-практичних конференціях, корекція навчально-виробничого процесу, з'ясування причин помилок і шляхи їх усунення;
- 2.2 базові підприємства: участь у науково-практичних семінарах, зустрічах з керівниками і провідними фахівцями підприємств, проведенні тематичних екскурсій на базові підприємства.
3. Підсумковий (контрольний) етап (4 курс):
- 3.1 навчальний заклад: контроль динаміки розвитку професійної адаптації студентів; виконання реальних курсових та дипломних проектів, проведення Майстер-класів, написання наукових робіт, проходження виробничої практики на базових підприємствах з подальшим працевлаштуванням, участь у спільних заходах з підприємствами;
- 3.2 базові підприємства: проведення кваліфікаційних іспитів з надання робітничого розряду, участь у проведенні кваліфікаційних комісій, надання рекомендацій найкращим студентам щодо навчання у вищому навчальному закладі III – IV р.а. за рахунок підприємства.

Серед випускників був проведений моніторинг «Ваші професійні плани після закінчення навчання у фаховому коледжі?». За підсумками анкетування у 2019-2020 н.р.: 63% випускників були працевлаштовані на підприємствах, з них одночасно навчаються на НФ НМетАУ – 27%; не будуть працювати за отриманою освітою – 19%; поїдуть працювати в іншу країну – 7%; не визначилися – 11% (таб.1, рис. 1).

Таблиця 1 – Професійні плани випускників НФК

Які у Вас професійні плани після закінчення фахового коледжу?	2017-2018	2018-2019	2019-2020
Я знаю, що буду працювати на практиці за фахом з подальшим працевлаштуванням на підприємстві.	70	62	63
Я знаю, що не буду працювати за отриманою освітою	18	18	19
Поїду працювати в інше місто / країну	7	6	7
Ще не визначився	5	14	11

Таблиця 2 – Плани випускників НФК щодо подальшого навчання, %

	2018/2019	2019/2020
Продовження навчання у НМетАУ	32	27
Продовження навчання в інших вишах України	14	25
Продовження навчання у закордонних вишах	10	15
Важко відповісти	24	23
Відповідь відсутня	20	10

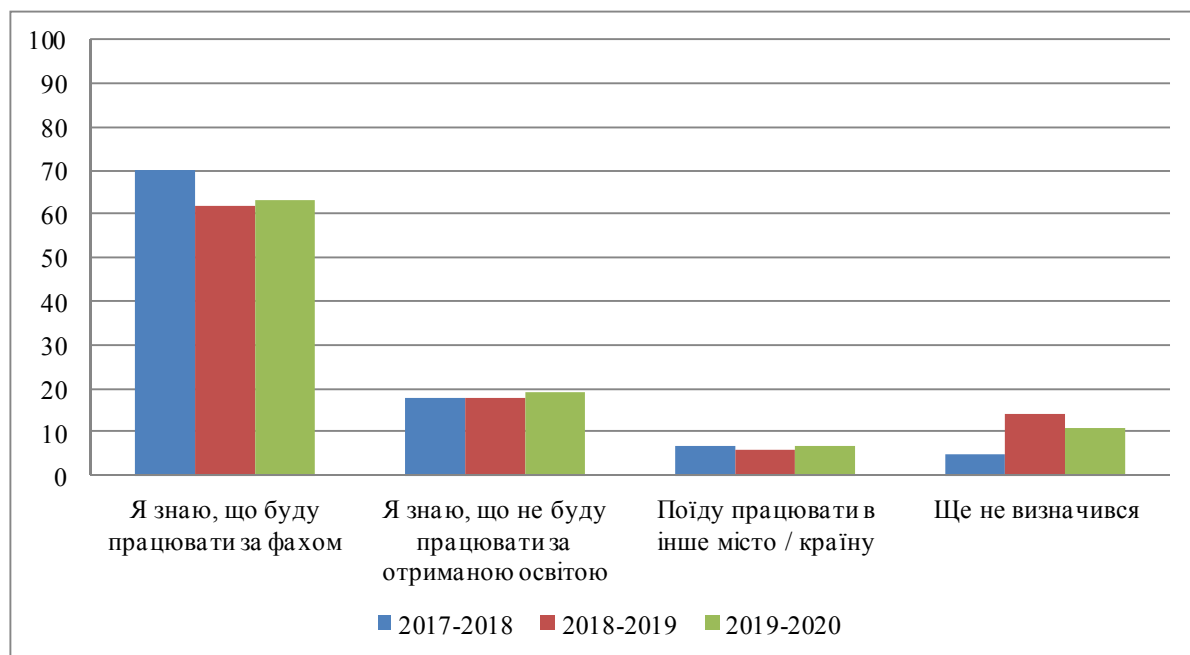


Рис. 1. – Професійні плани випускників НФК

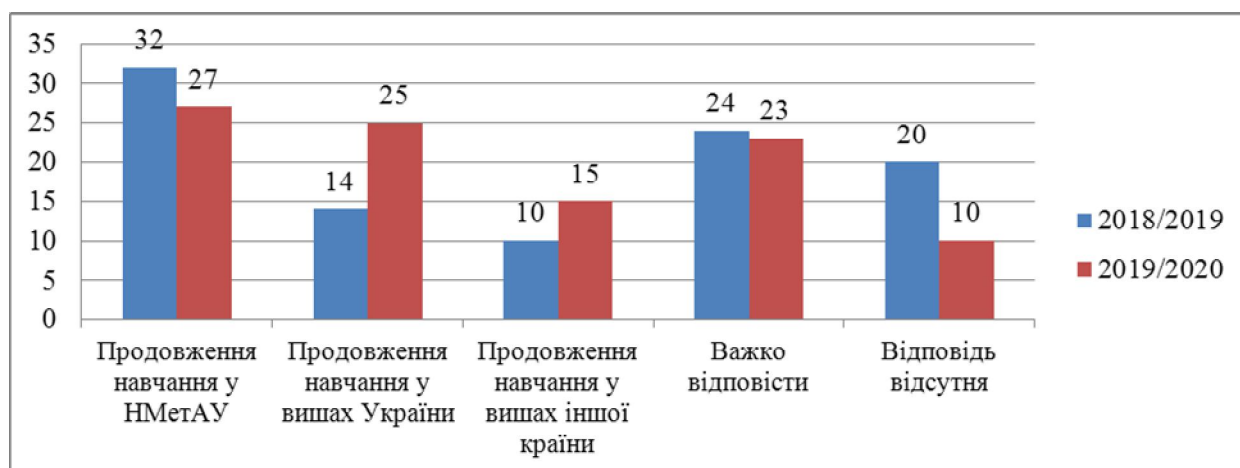


Рис.2. – Плани випускників НФК щодо подальшого навчання, %

Таблиця 3 – Порівняльна таблиця працевлаштування випускників

Показники	Дані за 2011-2020 рр.									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Кількість випускників НФК (НТ НМетАУ), осіб	230	197	141	210	170	170	191	123	123	104
Кількість працевлаштованих випускників НФК (НТ НМетАУ), осіб	123	125	110	120	97	110	120	110	108	95

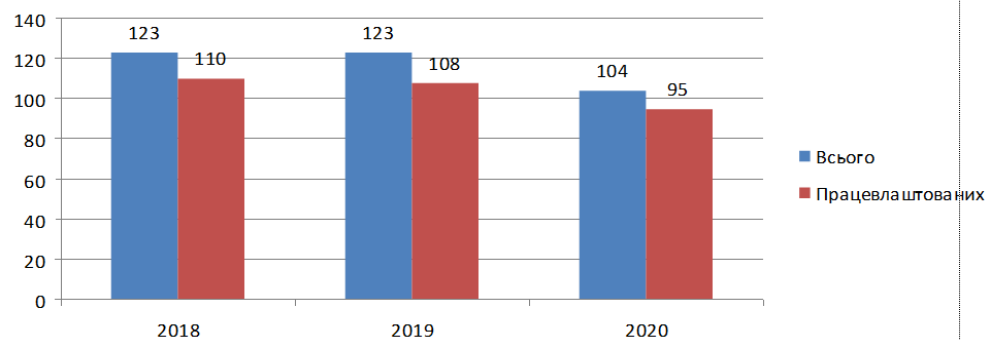


Рис. 3. – Працевлаштування випускників НФК

Відповідно до виконання Договорів про соціальне партнерство між Нікопольським факультетом НМетАУ та 14 базовими підприємствами, у нашому дослідженні щорічно проводимо моніторинг визначення оцінки задоволення роботодавців освітньою діяльністю Нікопольського факультету НМетАУ. Мета даного моніторингу є неперервне вимірювання сучасних вимог роботодавців для керування якістю навчально-виробничого процесу. На факультеті формується механізм корегування професійної адаптації студентів-військовослужбовців, враховуючи відгуки роботодавців, випускників, студентів-військовослужбовців (учасників бойових дій), абітурієнтів, батьків та ін. Результати моніторингу «Якість професійної адаптації студентів-військовослужбовців» можна розглянути у динаміці з 77% до 82% за 4 роки (таб. 4).

Таблиця 4 – Моніторинг механізму корегування професійної адаптації до професійної продуктивної діяльності

Соціальні партнери	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020
Базові підприємства	80	82	86	88
Спілки учасників АТО	79	81	83	84
Випускники шкіл, ПТУ	75	80	82	83
Професорсько-викладацький склад	82	81	82	82
Студенти-військовослужбовці	73	77	79	83
Військові частини Нікопольського регіону	73	72	74	75
Випускники минулих років	80	82	84	85
Територіальні центри комплектування	75	76	78	79
Громадські організації	74	77	79	80
Середнє значення якості професійної адаптації	77	79	81	82

Необхідно відзначити, що дана побудована система моніторингу максимально направлена на розв'язок основних задач Нікопольського факультету НМетАУ – забезпечення і покращення якості навчально-виробничої роботи, регулювання зусиль учасників соціального партнерства у забезпеченні гарантії якості професійної адаптації конкурентоспроможних студентів-учасників бойових дій відповідно до сучасних вимог роботодавців.



Рис. 4 – Результати моніторингу механізму корегування професійної адаптації до професійної продуктивної діяльності

Висновки.

1. Була експериментально підтверджена необхідність реалізації соціального партнерства вишів з базовими підприємствами як регулятора адаптації студентів до продуктивної діяльності, підготовки конкурентоспроможних фахівців.

2. Досвід роботи Нікопольського факультету і Нікопольського фахового коледжу НМетАУ з базовими підприємствами Нікопольського регіону щодо реалізації професійної підготовки студентів вишів, на основі соціального партнерства, свідчить, що з роботодавцями можна співпрацювати реально та ефективно.

Посилання

1. Діденко Н. Г. Державне управління і соціальне партнерство: актуальні проблеми теорії і практики : монографія. Донецьк : Східний видавничий дім, 2007. 404 с.
2. Молчанова А. О. Соціальне партнерство в діяльності ПТНЗ: Конспект лекцій. К.: ТОК, 2007. – 44 с.
3. Кудряченко А. І. Соціальне партнерство: європейський досвід і Україна. Стратегічні пріоритети. 2008. №3(8). С. 132 – 141.
4. С.В. Безвух, А.Ю.Стопчак. Соціальне партнерство науки і бізнесу: форми взаємодії проблеми і рекомендації щодо їх вирішення. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. № 3(3), 2015. С. 7-14.
5. Чугаев К. Обеспечение качества профессионального образования в условиях социального диалога.: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08–

Новосибирск, 2009. 24 с.

6. Виноградова Н. Л. Социальное пространство и социальное взаимодействие. Вестник ВГУ. Серия Гуманитарные науки. 2005. № 2. С. 39 – 54.
7. Українець С. Соціальне партнерство в Україні : перспективи законодавчого регулювання. Україна : аспекти праці. 1998. № 2. С. 22-25
8. Жуков В.І., Скуратівський В.А. Соціальне партнерство в Україні. Навчальний посібник. УАДУ. Київ.: 2000. 200 с.

SOME ASPECTS OF THE DISTANCE LEARNING MODEL

Prof., Dr. V.P. Ivashchenko, Prof., Dr. G.G. Shvachych,

Assoc. Prof., Cand. of Tech. Sc. O.V. Ivashchenko,

Assoc. Prof., Cand. of Tech. Sc. O.P. Bilyi

National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro, Ukraine

Assoc. Prof., Dr. N.Y. Vozna

West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Introduction. Currently, many areas of human activity, including education, are rapidly developing through the various innovations introduction, in particular, through pedagogical innovations. *Pedagogical innovation is understood as the teaching on the pedagogical innovations' creation, their assessment and development by the pedagogical community, their use and application in practice, and seriously increasing the current education system efficiency* [1, 2]. As many researchers rightly point out [3 – 5], the pedagogical innovations' creation is primarily due to the need to improve the content and form of education following the changing requirements of society to the individual. The pedagogical innovation main principle, in our opinion, is to create conditions for students to have the opportunity to freely choose ways to obtain information to achieve the main result - to become a highly qualified specialist necessary for the country's national economy and find a worthy application for themselves. In our opinion, all pedagogical innovations are based on the ability to apply modern pedagogical strategies, methods, and models, which is especially essential when the COVID-19 has spread through entire humanity. The teacher's task is to clear and present the educational material, which is essential in this case, and influence the students with their erudition, good manners, and intellect. The high level of pedagogical skill of the teaching staff of universities is the basis for the high-level specialists training quality. At the same time, at present, one of the main types of educational work of universities is conducting training sessions in a remote work format. It is pretty evident that one of the primary consumers of this format is the educational sector. This circumstance is explained by the fact that modern Internet resources quite successfully provide interactivity and multimedia support for the educational

process [2]. Today, Internet technologies allow the teacher to conduct training in a remote format while using the distance learning software resources. Due to the noted, conditions are created for the effective assimilation of the material.

Aspects of distance and mobile learning formats. At the first stage, we would like to reveal the main problem of modern pedagogy, which consists of the inseparability of the concepts of *distance* and *mobile learning technologies*. It is evident that such concepts are very similar in their content, but they cannot be called identical. Distance learning should be understood as the form of learning itself and mobile - technical training aids.

Distance learning format. Usually, specialists in educational services try to compare it with the traditional form of education regarding distance learning. At this stage of the material presented, we would like to reflect the obvious, from our point of view, the distance learning format advantages cover:

- stimulating self-education of students;
- increasing learning process individualization;
- process intensification of students' independent work;
- increase in the studied material;
- increasing motivation and cognitive activity due to a variety of work forms, the possibility of including a game approach;
- the possibility of obtaining educational services, considering the student's inclinations;
- the opportunity to receive educational services at a time convenient for the student and regardless of the educational institution territorial location;
- the ability to combine educational services and work;
- widespread use of information and telecommunication technologies;
- the possibility of increasing the level of IT competence of students in the context of the constant growth of technical and intellectual innovations.

Separately, it should be emphasized that in the pedagogical educational space, discussions about the distance education system effectiveness are underway. Without touching upon this critical aspect of the pedagogical debate, we would like to note that the education system effectiveness depends not only on the modern educational technologies but on the following factors related to improving the teachers' professional quality:

- enhance motivation for cognitive activity due to the variety of teaching forms, the possibility of including a game approach;
- try to make the learning process more enjoyable, varied and intense;
- reflect the author's style of presenting information, which cannot be conveyed in paper format.

Mobile learning format differs by application of digital technology and telecommunication systems. In this case, the student, as a rule, carries out the learning process via various virtual environments. The active use of mobile communications and various electronic devices has become a characteristic feature of the last decade. Modern smartphones and personal communicators have functionality that is not inferior to personal computers of the mid-90s, which can

still be used in the educational process. At the beginning of 2020, there were several billion mobile phones and communicators globally - almost three times as many as computers. The prevalence of smartphones and personal communicators among mobile users, according to experts, has a clear upward trend. The mobile technologies application reveals new learning opportunities. The ability to learn anywhere, anytime, inherent in mobile learning, is a general trend of intensifying life in the information space.

In connection with the above, we provide some mobile learning features:

- ensuring access equality to information and communication technologies;
- improving the education quality;
- the best practices implementation for integrating information and communication technologies into education;
- introduction into the educational process of such educational technologies that form differentiated learning;
- formation of students' abilities for lifelong learning;
- preparing students for independent work in the modern world.
- allows students to move freely;
- enables people with disabilities to learn;
- does not require the purchase of a personal computer and paper educational literature, i.e., this approach is economically viable;
- educational materials are easily shared between users owing to modern wireless technologies;
- multimedia content, i.e., information is presented in various forms: text, graphics, and sound;
- the material is better understood and remembered, the interest in learning increases.

In our opinion, the need for a mobile learning format will increase.

Distance learning model software resources. A good many software tools and Internet resources are currently distributed that allow establishing remote communication with students. Those allow relaying students a variety of information in lecture and methodological material and the form of video lectures, presentations, photos, videos, and audio recordings.

According to our observations, social networks have recently begun to be actively used to organize the educational process. Note that this is a separate topic for highlighting the learning process organization features. Nevertheless, we would like to point out the main advantages of this approach, which covers:

- a large number of listeners;
- the ability to connect photos, video materials in the process of presenting new material.

Separately, we note that at present, many educational institutions use a virtual learning environment based on the Moodle platform [6]. The Moodle system is a free software service with open access to code (open source). Thanks to open source, such a software environment is easily adaptable to a variety of educational goals. Such a resource allows creating a wide range of different courses.

Simultaneously, it allows forming lecture material, laboratory practice, tests to check the material mastering level by students, etc.

Experts note that the noted services are essential in organizing distance learning. However, without a doubt, the most outstanding efficiency in organizing the learning process is achieved under the condition of direct contact between the teacher and the students. For this purpose, the software for video conferencing is oriented. In these conditions, the teacher communicates directly with the students, sees them, asks questions, receives answers to them, organizes appropriate dialogues with students. These software tools include *Zoom*, *DingTalk Lite*, *Google Meet*, *TrueConf*, *Microsoft Teams*, *Skype*, etc.

Among the noted software tools, *Zoom* has gained the most popularity recently. The service has become widespread not only for organizing distance learning but also for video conferencing and online meetings.

The practice of the *Zoom* environment shows that its developers are constantly improving this software while eliminating the discovered shortcomings.

Let us note the main changes related to video communication security.

1. The conference administrator can now mute and unmute the participants' microphones. Besides, the conference administrator can turn on video and request that all other participants turn on video. This approach allows not only optimizing the work process but also to constantly monitor it.

2. To ensure video communication security, the conference is configured by a unique identifier and password.

3. The conference administrator can manage the so-called "waiting room." The administrator can configure the conference so that when connecting to the conference, the participant does not immediately enter the virtual room, but only after the administrator's confirmation. Also, during the conference course, the administrator can, if necessary, transfer any participant to the "Waiting room" and then return him/her to the shared virtual room.

Experience with the *Zoom* environment allows us to note some advanced screen sharing capabilities, which are essential for distance learning. For instance, the conference administrator can use various commenting functions while sharing the admin screen or the screens of the conference participants. That provides the ability to write or draw over the demo screen. For example, when using the extension .docx, .pdf, etc., using the *Zoom* toolkit, one can add additional text while highlighting words or sentences, draw, draw, etc., which allows students to understand better the material being presented. Besides, the advantage of such a comment function is the ability to instantly delete all additional explanatory entries or save the discussion as an image along with these entries. Conference participants can also use this function if it is enabled in the appropriate settings.

Furthermore, it is necessary to pay attention to one more option that is quite important for the educational process, which is included in the paid version of the *Zoom* environment - polls. This option allows the instructor to create and edit appropriate polls. This approach is focused on identifying the students' academic achievement degree.

When organizing remote video communication with students, one cannot ignore the possibility of video recording of the performed lessons. If necessary, the video can be paused and then continued. The video recording is saved after it is turned off or the conference ends. *Zoom* videos take up a small amount of disk space, allowing downloading such files to students' mobile devices or even placing them in the cloud.

The experience of the *Zoom* environment application in the educational process allows noting some practical recommendations. Let us note those related to the advent of the safest and most efficient virtual classrooms.

1. *Setting a password for a conference.* A password is created for the conference, which is provided to students. That allows only participants with access to the password to join the virtual audience.

2. *Request for conference participants' registration.* With the registration set up for the conference, the administrator can view those who plan to join the intended audience. Meanwhile, the administrator can independently confirm each registered user to determine future participants in the event.

3. *The waiting room.* Waiting rooms do not automatically allow users to join classes. One can accept participants one by one or as a list.

4. *Turn off screen sharing.* This option should only be available to the board administrator. Under these circumstances, students cannot share distracting information in the classroom. If necessary, the administrator can allow users to share content. To do this, one needs to change the settings of such a function.

5. *Disable private chat.* The administrator can block the chat and prohibit students from exchanging messages with each other. At the same time, the chat with the administrator remains available.

6. *Managing conference participants.* The administrator can remove unwanted participants who have joined the conference altogether using the "Security" menu controls.

7. *Blocking a conference.* The administrator can block the conference through the "Security" menu so that after the start of the lesson, no additional participants were joining. Thanks to this function, one can protect oneself from unwanted guests and wean students to be late.

Conclusions. The experience of the distance learning model implementation indicates promising areas of its development: testing, educational research, contextual learning, mobile educational, social networks development, the mobile educational games application, the introduction of mobile voice content with interactive assessment.

Also, analyzing the conducting a distance learning model experience, we can note some advantages, including:

- the possibility of attracting high-quality lecturers to lecturing, who, for any reason, are difficult to invite to lecture at remote faculties;
- significant time savings for teachers;
- an increase in the amount of material presented within the budget allocated for regular classroom activities in the curriculum.

Finally, it can be noted that digital technologies are constantly evolving and improving. They acquire particular relevance along with the complex epidemiological situation in the world. The resources we noted allow increasing the educational process efficiency, make it attractive and exciting for students and motivate them to an active learning process always and everywhere. The noted, in turn, allows students to receive a quality education.

References

1. Lazarev V.S. Pedagogical innovation: object, subject and basic concepts. *Pedagogy*. 2007. № 4. P. 11 – 21.
2. Khutorskoy A.V. Pedagogical innovation. Moscow, 2008. 256 p.
3. Kraevsky V. V. Methodology of pedagogy: a guide for educational researchers. Cheboksary, 2001. 244 p.
4. Panfilova A.P. Innovative pedagogical technologies: Active learning. Moscow, 2009. 192 p.
5. Zagvyazinsky V.I, Atakhanov R. Methodology and methods of psychological and pedagogical research. Moscow, 2005. 208 p.
6. Pisarev A.V. Features of the Moodle educational platform. *Modern technologies in education*. 2012. P. 70 – 74.

РОЛЯТА НА УНИВЕРСИТЕТИТЕ В СЪВРЕМЕННАТА ИНОВАЦИОННА СИСТЕМА

Аспирант Зухран Кадиева

Международен експерт по маркетинг и реклама

Технически университет - Варна, България

Вече не работим в икономика, характеризираща се с оскъдица, а с изобилие, където за ограничено пространство се сблъскват множество доставчици. Следователно успехът в днешната глобализирана и многолюдна икономическа среда се състои в добавяне на стойност и предлагане на диференциран продукт, което налага иновациите като ключов фактор на нашето време. Светът е изправен пред огромни социални и икономически предизвикателства и единствено чрез иновативни решения всички тези предизвикателства биха могли успешно да бъдат преодоляни.

Осъзнаването на ролята на знанието за развитие на бизнеса и на обществото като цяло стана причина за възникване на концепцията „икономика, базирана на знанието“. Идеята се лансира за първи път в доклада на Организацията за икономическо сътрудничество и развитие от 1996г. Към настоящия момент тази идея е залегнала в основния документ на Европейския съюз: Стратегия „Европа 2020“. Очакванията са постигне на интелигентен, устойчив и приобщаващ растеж,

т.е. за цялостна промяна в концепция за растеж, при която стандартните ресурси да се допълват все повече с „неизчерпаеми”.

Двата основни аспекта, в които университетите следва да насочат своето внимание и капацитет са:

- адаптация към съвременната иновационна система;
- интернационализация.

Промяната в социалните и икономически условия води и до промяна на естеството на взаимодействие между всички сектори и нива, включително и между университети, компании, правителствени агенции и други обществени организации. Организационната форма на иновационните процеси се трансформира в мулти-актьорската композиция, която води и до промяна на формите и пространствата за сътрудничество между отделните звена, както и трансформацията на ролите на ключовите актьорите. Традиционната роля на университета - обучение на студенти и разработването на научни изследвания, възможно най-бързо следва да се адаптира и намери своето място в новите форми за създаване и споделяне на знания, както и при организиране на тези процеси.

Проведените многобройни проучвания установяват, че ролите и взаимните очаквания на участниците се трансформират през последните години, което води и до промени в концепцията за организацията на иновациите, а именно:

- **от линейни към повторни иновации:** Университетите и компаниите вече признават и участват в иновациите като повторяем процес, при който изследванията и разработването на прототипи се организират взаимно и многократно в съвместни процеси.
- **от затворена към отворена иновация:** Предвид нарастващата сложност на технологичното развитие и ускоряването на иновационните цикли, компаниите приеха нови модели на отворена иновация, които включват външни партньори дори в основните процеси на развитие.
- **от технологични към системни иновации:** иновационните подходи се разширяват, за да включват технологични, социални и икономически иновации в общите програми.
- **от индивидуални към съвместни и интердисциплинарни иновации:** С нарастващата специализация, дигитализация и технологична хибридизация, съвместните интердисциплинарни изследвания и разработки се превръщат в необходимост.
- **от спонтанни към системни иновации:** Бизнесът търси стратегическо партньорство с внимателно подбрани университети, които разполагат с висок потенциал в ключови научни и технологични области.
- **от иновации, базирани на обмяна към създаване на съвместни иновационни пространства:** Сега иновациите се превръщат в взаимозависима съвместна работа между участници от различни сектори и институции.
- **от иновационни проекти към иновационни култури:** В търсене на възможности за превръщане на пространствата в културни центрове на иновациите. В този контекст терминът „иновационно пространство“ или „иновационен хъб“ обикновено се отнася до културна среда, която, нарушава социалните навици и технологичното развитие, отваря нови пазари или решава належащ социален или екологичен проблем.

Всичко това води до радикални трансформации и в ролята на университетите. Все по-широка подкрепа получава концепцията за „тройна спирала“ на Етцовиц, която разглежда необходимостта от изграждане на мрежи, които съчетават академичната перспектива с иновационните нужди на бизнеса и публичните агенции.

Според Павловски „университетът, който е призван да взаимодейства, да създава и да постига всеобхватно въздействие върху регионалното, националното и глобалното развитие“ наречен от него „Университет от четвърто поколение“.

На университетите е отредена ролята да изгражда и предава не само „културен капитал“ в смисъл на общи ценности и норми, но и „социален капитал“ в смисъл на качеството на мрежите, които позволяват циркулацията и натрупването на ресурси.

Още през 1993 г. ЮНЕСКО представя програма UNISPAR за партньорство между университетите и индустрията, с цел насърчаване на университетите за участието им в процеса на индустриализация. Важността на сътрудничеството между университетите и индустрията се доказаха и от изследванията и докладите, публикувани от Световната банка. За съжаление в България връзката между висшите учебни заведения и промишлените предприятия остават в границите на желанията, което обаче не означава неосъзнаване на нейната важност, необходимост и липса на ентусиазъм за неговото установяване.

Докато за необходимостта от взаимодействие между университета и бизнеса има доста изписано в научната литература, третият важен стълб липсва или само се споменава. Липсава обаче на адекватна политика на държавно и регионално ниво практически връзва ръцете на университетите. Според чл. 21, ал. 1, т. 15 от Закона за висшето образование висши училища имат право да създават търговски дружества за целите на стопанската реализация на резултати от научни изследвания и обекти на интелектуална собственост. Законодателят е ограничил тази правна възможност за създаване на търговски дружества, като е предвидил същата да може да се реализира от висшите училища само със собствени средства по чл. 90, ал. 3, т. 4 и ал. 9 от ЗВО при условия и по ред, определени с акт на Министерския съвет.

В изпълнение на горепосочената законова делегация, едва три години по-късно е прието ПОСТАНОВЛЕНИЕ № 61 на МС от 02.04.2020 г. за условията и реда за създаване на ТД от държавните ВУ за целите на стопанската реализация на резултатите от научни изследвания и обекти на интелектуалната собственост, което обаче е с редица слабости и пропуски като например този в чл. 8, ал. 3, т. 3, в която се посочва, че „постъпилите средства от отчисленията по ал. 2 могат да се разходват от висшите училища за оценка на пазарния потенциал на интелектуалната собственост, която е регистрирана или подлежи на регистрация“. Текстът ограничава обекти на интелектуална собственост само до тези, ползващи регистрационен режим, като се изключват всички обекти, които са произведения на литературата, науката и изкуствата, както и обектът „ноу-хау“, при които такъв режим липсва.

Създаване на университетски центрове за управление на интелектуалната собственост, които обхващат процеси от предварителни проучвания на пазарните потребности до защита на правата върху интелектуалната собственост – ще оптимизира драстично опциите за сътрудничество, координация и комуникация между различни университети, бизнеса и публичните агенции. В ТУ-Варна вече е

изграден такъв център и доц. Василева ще представи доклад за организацията и функциите на центъра.

В условията на глобализация не по-малко значим за университетите е и процесът на интернационализация. Какви следва да са стъпките в тази насока? (виж таблица 1.)

Таблица 1. Мерки за интернационализиране на социалната и образователната среда във висшите училища

Мерки за интернационализиране
1. Повишаване на подготвеността на академичния състав, на служителите в администрацията и на студентите за работа в мултикултурна и многоезикова среда чрез квалификация, особено по ИКТ и чуждоезиково обучение.
2. Стимулиране на изготвяне и издаване на учебници, учебни помагала и монографични трудове на чужди езици.
3. Разкриване на специалности и програми на чужд език във всички образователни степени за привличане на по-голям брой чуждестранни студенти.
4. Осъществяване на контакти с българската диаспора и с българските училища в чужбина с цел привличане на студенти от българските общности.
5. Полагане на грижи за чуждестранните студенти и на студентите от български произход, които са учили и живели в друга държава преди да се запишат в българско ВУ, от тяхното посрещане, записване и настаняване, през обучението, до завършването и издаването на диплома.
6. Хармонизиране на учебните планове и програми с тези на водещи чуждестранни университети, обучаващи в сходни професионални направления.
7. Стимулиране на създаването и подпомагане на функционирането на съвместни образователни програми между български и чуждестранни висши училища, както и на нови форми на образователен обмен в рамките на европейското сътрудничество като двойните и съвместни образователни степени, и други.
8. Стимулиране на двойното научно ръководство на докторанти с български и чуждестранен научен ръководител.
9. Стимулиране на привличането на чуждестранни преподаватели в българските висши училища.
10. Подкрепа за въвеждането на електронната Европейска студентска карта.
11. Нормативно да се уреди възможността ВУ да признават дипломи за завършено висше образование в чуждестранни ВУ, без необходимост от превод и легализация на дипломите на български език.
12. Нормативно да се уреди възможността ВУ да въведат изцяло електронна система за кандидатстване от чужбина със сканирани документи, които да се представят за проверка в оригинал при започване на обучението.

Без да се спирам подробно на всички мерки, искам само да маркирам основните насоки, а именно: Повишаване на чуждоезиковата подготовка на академичния състав, на служителите в администрацията и на студентите, чрез стимулиране на преподаватели и служители за участието им в езикови курсове; включване в учебните планове на всички специалности дисциплина „чужд език“.

Международна класификация за стандарти в образованието (ISCED)

ISCED 2011	ISCED-F 2013
ISCED 0: Образование в ранна детска възраст („по-малко от основното“ за постигане на образование)	00 - Общи програми и квалификации
ISCED 1: Начално образование	01 - Образование
ISCED 2: Прогимназиално образование	02 - Изкуства и хуманитарни науки
ISCED 3: Средно образование	03 - Социални науки, журналистика и информация
ISCED 4: След средно не-висше образование	04 - Бизнес, администрация и право
ISCED 5: Висше образование с кратък цикъл	05 - Природни науки, математика и статистика
ISCED 6: Бакалавърско или еквивалентно ниво	06 - Информационни и комуникационни технологии
ISCED 7: магистърско или еквивалентно ниво	07 - Инженеринг, производство и строителство
ISCED 8: Докторско или еквивалентно ниво	08 - Земеделие, горско стопанство, рибарство и ветеринарна медицина
	09 - Здраве и благосъстояние
	10 - Услуги

Това ще доведе до изготвяне и издаване на повече учебници, учебни помагала и монографични трудове на чужди езици, както и до разкриване на специалности и програми на чужд език във всички образователни степени за привличане на по-голям брой чуждестранни студенти. *Към момента ТУ-Варна предлага чуждоезиково обучение по: 12 бакалавърски и 14 магистърски програми.*

Мярка	Предложения
1. Повишаване на подготовеността на академичния състав, на служителите в администрацията и на студентите за работа в мултикултурна и многоезикова среда чрез квалификация	Да се стимулира участието на преподаватели и служители в езикови курсове чрез: поемане на разходите по курса, възможност за посещение на курса в работно време, допълнителни точки при атестиране и др. Да се увеличат учебните часове по чужд език предвидени в учебните планове на всички специалности
2. Стимулиране на изготвяне и издаване на учебници, учебни помагала и монографични трудове на чужди езици.	В критериите при атестиране да бъдат включени определен брой точки за изготвяне и издаване на учебници, учебни помагала и монографични трудове на чужди езици
3. Осъществяване на контакти с българската диаспора и с българските училища в чужбина с цел привличане на студенти от българските общности.	Да бъдат организирани на местно/национално ниво периодични срещи с ръководствата на тези училища и форуми с цел онлайн представяне на българските висши училища

4. Разкриване на специалности и програми на чужд език във всички образователни степени за привличане на по-голям брой чуждестранни студенти. Към момента ТУ-Варна предлага чуждоезиково обучение по:

12 бакалавърски програми	14 магистърски програми
• Софтуерни и интернет технологии • Компютризирани и интернет технологии • Информационни и комуникационни технологии • Електроника • Електротехника и възобновяеми енергийни източници • Топлотехника и възобновяеми източници на енергия • Корабостроене • Корабни машини и механизми • Корабостроене и морска техника • Агрономство • Технологично предприемачество и иновации • Индустриален мениджмънт • Социален мениджмънт	• Софтуерно инженерство • Компютърни мрежи и комуникации • Телекомуникационни и мобилни технологии • Електроника • Възобновяеми енергийни източници • Топлотехника и възобновяеми източници на енергия • Корабостроене • Корабостроене и морска техника • Семепроизводство и растителна защита • Производство на посевен и посадъчен материал • Технологично предприемачество и иновации • Корпоративен мениджмънт • Индустриален мениджмънт • Социален мениджмънт

5. Полагане на грижи за чуждестранните студенти и на студентите от български произход, които са учили и живели в друга държава преди да се запишат в българско ВУ, от тяхното посрещане, записване и настаняване, през обучението, до завършването и издаването на диплома.
 > Назначаване на лица за контакт, които говорят родния език на студентите с цел подпомагане адаптацията им и връзката с родителите



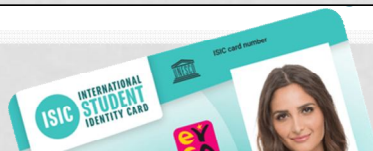
6. Хармонизиране на учебните планове и програми с тези на водещи чуждестранни университети, обучаващи в сходни професионални направления.

➤ Да се организира онлайн форум на национално ниво за обсъждане на промените. Мерките по т.6 ще премахнат основните пречки пред осъществяването на инициативите по дейностите по т.7, 8 и 9.

8. Стимулиране на привличането на чуждестранни преподаватели в българските висши училища.

8. Стимулиране на двойното научно ръководство на докторанти с български и чуждестранен научен ръководител.

9. Стимулиране на създаването и подпомагане на функционирането на съвместни образователни програми между български и чуждестранни висши училища, както и на нови форми на образователен обмен в рамките на европейското сътрудничество като двойните и съвместни образователни степени, и други.



10. Подкрепа за въвеждането на електронната Европейска студентска карта.



11. Нормативно да се уреди възможността ВУ да признават дипломи за завършено висше образование в чуждестранни ВУ, без необходимост от превод и легализация на дипломите на български език.

12. Нормативно да се уреди възможността ВУ да въведат изцяло електронна система за кандидатстване от чужбина със сканирани документи, които да се представят за проверка в оригинал при започване на обучението.



Международните класификации за стандарти в образованието включват степен на образование и професионални направления. Според мен хармонизирането на учебните планове, например с въвеждане на стандарти за задължителни дисциплини за различните професионални направления би улеснило значително како мобилността на преподаватели и студенти, така и създаването на съвместни образователни програми между български и чуждестранни висши училища. *Към момента ТУ-Варна може да се похвали с 85 договора за сътрудничество с висши училища и институти от 24 страни; 133 Еразъм партньори от 23 страни; дипломирани над 1600 чуждестранни студенти от Турция, Гърция, Русия, Украйна, Молдова, Казахстан, Азербейджан и др.*

Крайно време е нормативно да се уреди възможността ВУ да въведат изцяло електронна система за кандидатстване от чужбина със сканирани документи, които да се представят за проверка в оригинал при започване на обучението.

В заключение искам да обобщя, че успехът на всеки университет е пряко свързан с инеграцията му в съвременните иновационни системи и интернационализирането на социалната и образователната среда в университета.

STAGES OF THE TRANSFORMATION OF THE QUALITY ASSURANCE SYSTEM OF HIGHER EDUCATION IN UKRAINE

Chief of Department,
Assoc. Prof., Cand. of Sc. (Pedagogical) Nataliia Komisarenko*
*Department the Ukrainian and English languages
Uman National University of Horticulture, Ukraine

The stages of the transformation of the quality assurance system of higher education in Ukraine were distinguished and substantiated: the first one (1991-1999) of institutional structure of the national system of quality assurance of higher education; the second (2000-2010) is declaring and agreeing, putting into force the normative documents of Ukraine on the quality assurance of higher education with the principles and basic ideas of the Bologna process. The third stage (2011–2014) was the official-and-formative one which envisaged the organizational-and-regulatory processing of Ukraine's accession to the Bologna Process. The fourth integrative stage of the transformation of the quality assurance system of higher education has been from 2015 until now and it envisages the advancing and development of the systems of external and internal quality assurance of higher education. It was emphasized on the necessity of methodological recommendations developing on the mechanisms of internal quality assurance of higher education based on the questionnaire performing of the scientific-and-pedagogical workers of the higher education institutions of Ukraine.

It was proved within the framework of the previous directions of the organization of our scientific search that the quality assurance system of higher education in Ukraine passed through the transformational changes under the influence of the current legislative and regulatory documents [1]; implementation of foreign experience [2]; professional training of the future teachers of the higher education institution [3].

A consistently functioning system of quality assurance of higher education is the key to efficiency and success in quality assurance. Current legislative and regulatory documents define the basic ideas of the state educational policy on the higher education quality. The Law of Ukraine “On Education” (2017) states that «the quality assurance system of education is aimed at guaranteeing the quality of education; formation of public trust in the system and education institutions, educational management bodies; continuous and consistent improvement of the education quality; assistance to educational institutions and other educational entities in improving the education quality» [4]. The Law also indicates that the components of the quality assurance system of education in Ukraine are: «the quality assurance system in educational institutions (internal quality assurance system of education); the system of external quality assurance of education; the quality assurance system in the activities of management bodies and institutions providing external quality assurance of education» [4]. Therefore, the

transformation of the quality assurance system of higher education in Ukraine will mean structural and substantive, interdependent and interrelated changes in its components in accordance with the regulatory framework.

The following groups of legislative and regulatory documents on the quality assurance system of higher education in Ukraine on the basis of structural-and-logical analysis and systematization of the current laws of Ukraine, subordinate legislation according to the principle of the supremacy of the law and the chronological principle were identified: statutory regulation of the measures of state supervision in the field of higher education, state instruments for influencing the content and quality of higher education, accreditation as one of the way of ensuring the quality of higher education.

The analysis of the content of regulatory documents, the development of mechanisms for quality assurance of higher education and own experience of scientific-and-pedagogical and administrative-and-managerial activity in the higher education institutions made it possible to identify and substantiate the four stages of the transformation of the quality assurance system of higher education in Ukraine.

The first stage of institutional structuring of the national system of quality assurance of higher education (1991-1999) is related to the «introduction of a licensing-and-accreditation model of its evaluation which started on June 1, 1992». The creation of the State accreditation commission (1995); the approval of the Licensing regulations and the Accreditation regulations, a new version of the Law of Ukraine “On Education” (1996) were the significant events of this period.

A number of innovations on the standardization of higher education was approved at the highest government level. Thus, the Cabinet of Ministers of Ukraine approved the requirements for the state higher education standards (CMU Resolution No.1247 of August 7, 1998): the state higher education standards set requirements for the content, volume and level of educational and professional training. They are the basis for estimating the educational level of citizens regardless of the forms of obtaining of higher education. The quality of educational and scientific activity of the higher education institutions determined the conformity of educational services with the state standards of higher education. Therefore, the state establishes that educational standards are at the core of the educational system and the standard of the activity of all higher education subjects, and therefore they are obligatory to be performed by all subjects in the higher education system.

Thus, a regulatory field was developed and a quality assurance system of higher education in Ukraine was structured during 1991-1999.

The second stage (2000–2010) is declaring and agreeing, putting into force the normative documents of Ukraine on the quality assurance of higher education with the principles and basic ideas of the Bologna process.

During this stage, a new Regulation on accreditation (2001) was approved, a new law «On higher education» (2002) was introduced, a resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine «On State accreditation commission» (2003) was put into force.

During the mentioned period, the field of legislative and regulatory activity of the Ministry of Education and Science of Ukraine was directed to the implementation of the current acts of the Verkhovna Rada of Ukraine, the President of Ukraine (On urgent measures on the functioning and development of education in Ukraine, 2005; On measures to ensure the priority development of education in Ukraine, 2010, etc.), the Cabinet of Ministers of Ukraine (On the list of directions by which specialists are trained in the higher educational institutions according to the bachelor's educational-and-qualification level, 2006; On approval the list of specialities by which the specialists are trained in the higher education institutions by educational-and-qualification level of specialist and master's degree, 2010) and regulatory documents by Ministry of Education and Science of Ukraine that determine education policy in Ukraine.

The third stage (2011–2014) was the official-and-formative one which envisaged the organizational-and-regulatory processing of Ukraine's accession to the Bologna Process.

Significant steps to ensure the quality of higher education were the formation of the development and implementation of the National qualifications framework (2011), the adoption of the Law of Ukraine "On Higher education" (2014) and others.

It was significant that the results of a series of research projects on the development of the quality assurance system of higher education in Ukraine were published in 2014. The most important of them was the three-year Tempus project «National system of quality assurance of mutual trust in the higher education system (TRUST)». A positive achievement of the project during its implementation was the fact that reference books [5; 6], which contained the conceptual basics of quality assurance in higher education based on European experience and provided practical recommendations on reforming the quality assurance system of higher education in Ukraine.

The fourth integrative stage of the transformation of the quality assurance system of higher education has been from 2015 until now which envisages the advancing and development of the systems of external and internal quality assurance of higher education.

The next step in transforming the assurance system of the core of higher education was the adoption of the Law of Ukraine «On Education» (2017) [4], where the issue of quality assurance of higher education and educational activity is systematically regulated in Section V. In accordance with Article 41 (Part 2), the following components of the quality assurance system of education are defined: quality assurance system in the educational institutions (internal quality assurance system of education); system of external quality assurance of education; quality assurance system in the activities of governing bodies and institutions providing external quality assurance of education.

Part 3 of Article 41 of the Law of Ukraine «On Education» details the internal system of quality assurance of education and specifies its components, namely: strategy (policy) and procedures for quality assurance of education; the system and mechanisms for ensuring academic integrity; promulgation of criteria,

rules and procedures for the evaluation of education applicants; promulgation of criteria, rules and procedures of evaluation of scientific-and-pedagogical activity of pedagogical and scientific-and-pedagogical workers; promulgation of criteria, rules and procedures for the evaluation of the management activity of educational institutions executives; ensuring the availability of the necessary resources for the educational process organization, including for the independent work of education applicants; ensuring the availability of information systems for effective management of the educational institution; creation of inclusive educational environment, universal design and reasonable accommodation in the educational institution; other procedures and measures defined by special laws or documents of the educational institution [4].

The Law of Ukraine «On Education» [4] also details the system of external quality assurance of education, which may include: 1) instruments, procedures and measures to ensure and improve the quality of education, in particular: standardization; licensing of educational activity; accreditation of educational programs; institutional accreditation; public accreditation of educational institutions; external independent evaluation of studying results; institutional audit; monitoring the quality of education; attestation of pedagogical staff; certification of pedagogical staff; public monitoring; other instruments, procedures and measures as defined by special laws; 2) bodies and institutions responsible for quality assurance of education designated by this Law and special laws and institutions, which are specially authorized by the state, to conduct external independent evaluation; 3) independent institutions for assessment and quality assurance of education.

Therefore, the transformation of the quality assurance system of higher education in Ukraine in 2015-2019 is in accordance with the current legislative and regulatory documents. Effective practical tips on implementing a new system of quality assurance of higher education are presented in a number of methodological publications, etc. Thus, the methodological manual for accreditation of higher education programs in Ukraine was developed based on the results of the study of accreditation practices in the countries of the European Union during the implementation of the project «Quality assurance system of education in Ukraine: development on the basis of European standards and recommendations (QUAERE)» by Erasmus+ «KA2: Capacity building higher education (CBHE)». The authors propose procedures and templates of the documents that are adapted to the legal field of Ukraine and the practice of the Ukrainian institutions of higher education. The development testing was carried out at eight universities in Ukraine with the participation of European accreditation agencies belonging to the Central European network of quality assurance agencies (CEENQA) and the Ukrainian student association [8].

The key role in building the system of quality assurance of higher education belongs to the National agency for quality assurance of higher education, whose intensive work began only in early 2019. The Agency managed to make a number of significant steps in the short term of its activity, namely: to form a new mechanism of accreditation of educational programs of higher education institutions, to hold a public

competition and form the composition of field expert councils, to create a pool of experts for accreditation of educational programs, etc. [9].

Therefore, at the present stage, it is very important for Ukraine to introduce effective mechanisms of quality assurance system of higher education, and completely new approaches to statutory regulation of state supervision in the field of higher education, state instruments for influencing the content and quality of higher education, accreditation as one of the way to ensure the quality of higher education are the key steps in this direction.

References

1. O. Kirdan, Challenges and prospects of the development of the system of internal quality assurance of higher education in Ukraine, Problems of modern teacher training, issue 16, pp. 277–283, 2017. Retrieved from URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/jspui/handle/6789/7818> (in Ukrainian).
2. N. Komisarenko, Quality assurance as a defining principle of the European higher education area, International scientific bulletin, issue 3 (22), pp.273-283, 2011. Retrieved from URL: <http://lib.udau.edu.ua/bitstream/123456789/6332/1/1.pdf> (in Ukrainian).
3. M.V. Kudla & M.V. Mykhailichenko, State standards and quality in higher education. Uman: PE Zhovtyi, 2013. (in Ukrainian).
4. Law of Ukraine On Education. 2017. Retrieved from URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
5. T. Dobko, etc. Quality imperative: how to value and evaluate higher education. Lviv: Manuscript, 2014. (in Ukrainian).
6. S. Gryshko, T. Dobko, etc. From control to quality culture: reloading of the processes of quality assurance in the Ukrainian higher education. Lviv: Manuscript, 2014. (in Ukrainian).
7. Standards and recommendations for quality assurance in the European higher education area (ESG). Kyiv: LLC «Poligraf plus», 2015. (in Ukrainian).
8. V.A .Buhrov, A.P. Hozhyk, D.V. Shchegliuk, etc .Accreditation of educational programs (according to project materials QUAERE).K.: Kyiv University, 2018. (in Ukrainian).
9. S. Kvit, New accreditation system. Mirror of the Week. Issue 30. August, 17-23, 2019. Retrieved from URL: https://dt.ua/EDUCATION/nova-sistema-akreditaciyi20848_.html?fbclid=IwAR3M_L0j_lkoC7FtpHOJNiXn0B7LqmcC9k71PZpMU_n2JC_f6oyK7VgxXd8M.

АДАПТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З НАВЧАННЯ ГРАМОТИ ДО ІНДИВІДУАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ УЧНІВ ПЕРШОГО КЛАСУ

Ст. наук. співроб., канд. пед. наук П.Г. Копосов

ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», м. Київ, Україна

У Концепції Нової української школи зазначається, що кожна дитина – неповторна, наділена від природи унікальними здібностями, талантами та можливостями. Місія Нової української школи – допомогти розкрити та розвинути здібності, таланти і можливості кожної дитини на основі партнерства між учителем, учнем і батьками.

Проблема індивідуалізації виникла у процесі переходу на класно-урочну систему. На жаль, класи у масових школах у різні часи і в різних країнах мали значну кількість учнів (ця проблема залишилася й у сучасних українських школах), що було і є значною перешкодою до реалізації індивідуального підходу в навчальному процесі. На це звертали увагу такі педагогоги як К. Ушинський, Л. Толстой М. Бунаков, П. Каптерев, В. Бехтеров, С. Русова.

Л. Толстой був переконаний що, всі учні можуть вчитися успішно, а неуспішність виникає частіше через те, що вчитель не звертає уваги на індивідуальні особливості та потреби учня і не приймає відповідних заходів для покращення ситуації. Виховання буде успішним, на його думку, якщо педагогічна робота пропускається через фільтр індивідуальної діяльності учня [1].

У подальшому питанню індивідуалізації навчання приділяли значну увагу такі зарубіжні й вітчизняні науковці як (О. Бударний, Т. Вожегова, В. Володько, А. Границька, О. Кірсанов, В. Крутецький, Г. Кумаріна, Є. Рабунський, П. Сікорський, І. Унт, А. Хуторської, В. Шадріков, І. Якиманська та інші).

Основні аспекти індивідуально зорієнтованої моделі початкової освіти полягають у тому, що провідне місце в процесі організації навчально-виховної роботи відведено індивідуальним, парним та груповим формам занять [5, с. 15]. Саме індивідуалізація навчання дає можливість створювати ситуації успіху в навчанні для учнів з різними рівнями навчальних можливостей. А успіх, хай навіть незначний, вселяє в учня віру в свої сили, що стимулює учня до організованості, наполегливості, сміливості та нестандартності в мисленні [2, с. 201].

Науковці прийшли до висновку, що індивідуалізація навчання – це максимальне наближення процесу навчання до оптимальної моделі, коли кожен учень працює у зручному для нього темпі, манері, що відповідають його загальній підготовці, здібностям, обсягу оперативної пам'яті, рисам характеру та емоційному стану.

Виходячи з того, що великий вплив на ефективність процесу навчання мають індивідуальні особливості в розумінні таких компонентів пізнавальної

діяльності, як сприймання, увага, пам'ять, мислення, а також спеціальні здібності, в загальному розумінні поняття «індивідуалізація навчання» розглядається як пристосування навчальних впливів до індивідуально-психологічних особливостей кожного учня, з одного боку й створення сприятливих умов для розвитку спеціальних здібностей і можливостей учнів, з другого [2, с. 201] (тобто адаптування педагогічних умов і дидактичних засобів до індивідуальних психологічних особливостей учнів).

Показником адаптованості завдань є вплив на емоційний (задоволеність, позитивний стан психіки), ціннісний (зміна спрямованості й відносин), когнітивний (пізнання нового), діяльнісний (активність у процесі навчально-пізнавальної діяльності) компоненти особистості.

Процес індивідуалізації передбачає постійне спостереження, адаптування матеріалів та занять, отримання інформації від сімей, взаємодія з дітьми, метою якої є підтримка їхнього розвитку. Варто не забувати, що вчити всіх однаково не можна, і тому індивідуалізацію та диференціацію можна віднести до інтерактивного навчання (практика через дію, навчання інших, творче застосування набутих знань) [3, с. 69].

Навчальний матеріал підручників, посібників, наочних матеріалів не може бути адаптований до кожного учня в класі. У деяких випадках цього матеріалу буває недостатньо для реалізації індивідуального підходу, тож педагог має або знаходити, або самостійно розробляти відповідний педагогічний інструментарій.

За звичай у класі виділяються кілька груп учнів, які відрізняються рівнем розумового розвитку, здібностями, ставленням до навчання, мірою активності та старанності, темпераментом і поведінкою. За цими характеристиками вони, як правило, поділяються на три групи: з високим, середнім і низьким рівнем розвитку. [4, с. 20]. Проте специфіка організації навчального процесу у 1 класі має певні особливості. У зв'язку з тим, що і у дошкільних навчальних закладах, і за ініціативою батьків майбутніх школярів знайомлять із азами грамоти, то вони приходять у перший клас із різним рівнем уміння читати і писати. Тому на першому етапі учитель має визначити цей рівень у кожного першокласника: уміє виділяти звуки мовлення, диференціює їх, знає букви, читає склади різних типів, читає слова різної складності, усвідомлює їхнє значення, читає речення, розуміє їхній зміст, правильно інтонує, читає різні за обсягом тексти, усвідомлює їхній зміст.

Учитель має уважно вивчати кожного з учнів. Для них важливо знати індивідуальні інтереси та схильності школярів. Так наприклад, спостерігаючи за навчальною діяльністю кожного учня, вчитель може своєчасно прийти на допомогу тому, кому вона потрібна. Таким чином можна запобігати прогалинам у знаннях окремих учнів і усувати причини незадоволення й небажання вчитися [3, с. 69-70].

Якщо на початку навчального року протестувати першокласників, то з'ясується, що є учні, які не мали жодного досвіду з навчання грамоти, тобто не орієнтуються ні у звуках, ні у буквах, є такі, які знають кілька букв, всі

букви, хтось може читати склади, хтось слова, а хтось речення і тексти. Але якщо взяти кількох учнів, які, наприклад, можуть читати склади, то з'ясується, що у когось це виходить краще, швидше, з меншою кількістю помилок тощо. Таку ж різницю ми будемо спостерігати на різних рівнях навчання грамоти. У процесі навчання учні почнуть накопичувати знання, уміння й навички у різному темпі, з різною якістю, з різними фізичними і психологічними енергозатратами як учнів так і педагогів. Бо у кожного з цих учнів можуть бути свої особливі труднощі та здібності.

Тож другим кроком учителя має бути визначення саме цих специфічних, притаманних саме цьому учневі труднощів. Є діти, які мають певне психологічне відставання у психологічному розвитку, але є ще той фактор, що так звана традиційна чи офіційна методика навчання грамоти, або ж рівень володіння нею певним педагогом не дають змоги максимально активізувати навчально-пізнавальні дії окремих учнів. Отже ми виокремили групу учнів, які починають навчатися читанню і письму з нульової відмітки. Таких дітей чимало у сільських школах і не так багато у міських. Що ж з'ясувалося у процесі навчання цих учнів? Частина цих учнів у різному темпі, але починає засвоювати програму. Але деяких учнів із цієї нульової позначки досить важко зрушити. Наші спостереження та інформація, яку надають учителі початкових класів підтверджують той факт, що минає кілька місяців навчання, а іноді й увесь навчальний рік, а вони практично не читають.

Тож для вирішення цієї дидактичної проблеми виникла потреба винаходити відповідний педагогічний інструментарій, який ще не використовувався у традиційній методиці навчання грамоти. Що пропонує методика в добукварний період навчання грамоти: називати, або чути слово, виділяти і диференціювати звуки і позначати їх відповідними знаками. Але коли учні знайомляться із буквами, то знаки потрібно перетворити у певні звуки, вимовити їх злито складами і в кінці упізнати слово. Деяким учням цю розумову операцію здійснити важко, адже за кілька місяців навчання вони це починають робити вперше. Тож ми прийшли до висновку, що у добукварний період також необхідно озвучувати знаки. Такими знаками для позначення голосних звуків стали зображення форми губ розкритого рота при вимовлянні голосних звуків, а для позначення приголосних ми використали зображення таких істот як бджола – звук [з], жука – [ж], вужа – [ш], змії – [с], тигра – [р]. Поєднуючи зображення відповідної певному звуку форми рота та зображення тварини учні у добукварний період учаться читати склади і слова. Ці завдання пропонуються учням у формі казки-гри та різноманітних дидактичних ігор.

Для підвищення ефективності запам'ятовування букв, сприймання складу як цілісної мовленнєвої одиниці ми розробили систему асоціацій. Щоб поліпшити процес сприймання значення прочитаних слів ми включили до завдань відповідні зображення. Лексичне значення слів, які мали читати учні, спочатку проговорюються, демонструються на зображеннях і лише після цього учні читають слова і з'єднують їх із відповідними зображеннями. Такий

самий підхід ми використали й у завданнях на читання речень і текстів, коли учням потрібно відшукати відповідний сюжетний малюнок.

Важливим показником свідомого читання, та засобом розвитку мовлення є переказ прочитаних текстів. Ми розробили критерії оцінки якості переказу та подальшого спостереження за покращенням цих показників.

Деяким учням потрібно набагато більше часу для засвоєння певних читацьких навичок. Навичка формується після багаторазового вправлення у певних діях. Багаторазове повторення дуже стомлює, тому важливою умовою успішності є ефективні стимули. У зв'язку з тим, що ми говоримо про шестирічних дітей, то найефективнішим стимулом є ігрові форми вправлення, які ми використовуємо на всіх етапах навчання грамоти.

Тривалий час шкільна оцінка учнями сприймалася не як оцінка їхніх об'єктивних навчальних можливостей, а як оцінка їх як особистості. Високі досягнення – молодець, низькі – погано. Психологічний тягар лягав переважно на учня. Учитель був як би ні при чому. Важливо зазначити, що індивідуалізація має важливе значення і під час перевірки й оцінювання досягнень учнів. У цьому випадку індивідуалізація дає змогу забезпечити вибір засобів перевірки, які мають на меті зняти психологічне напруження в учнів, створити умови для повної реалізації їхніх суб'єктивних можливостей та для об'єктивного оцінювання учителем. [3, с. 69]. Об'єктивна оцінка (якого рівня із необхідного на певному етапі навчального процесу досяг учень) потрібна учителеві для оцінки ефективності навчальних засобів, а учневі лише для підтримання його оптимістичного ставлення до навчання, показати, що він має свої власні успіхи. Так звана «низька успішність» – це результат практики порівнювати із успіхами інших учнів, або з вимогами навчальної програми. Кожне розроблене нами завдання передбачає як оцінку вчителем якості виконання завдань учнем з метою визначення ефективності педагогічного інструментарію, так і для самооцінки учнем своїх навчальних дій, щоб бачити пройдений шлях і подальшу перспективу, вселити впевненість і потребу рухатися далі.

Практика роботи показує, що робота з розробленим нами інструментарієм дає змогу кожному учневі максимально реалізувати свій інтелектуальний потенціал, уникати перевтомлення, забезпечити позитивне ставлення до навчання грамоти, зберегти психологічну рівновагу і позитивні емоції.

Посилання

1. Войтенко В. І. Індивідуальний підхід до особистості у шкільній практиці другої половини XIX ст. / Войтенко В. І. П – Харків. – 2008. – С. 102-108.
2. Луців С. І. Реалізація принципу індивідуалізації навчання на уроках української мови у початковій школі / С. І. Луців // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія : Педагогіка і психологія. - 2014. - № 41. - С. 66-70. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzvdpu_pp_2014_41_16.

3. Коберник Г. Адаптування навчальних завдань як засіб індивідуалізації навчання молодших школярів / Г. Коберник // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. - 2013. - Вип. 2. - С. 200-207. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpudpu_2013_2_28
4. Савченко О. Я. Дидактика початкової школи: Підручник для студентів педагогічних факультетів / О. Я. Савченко. – К.: Абрис, 1997. – 416 с.
5. Ткаченко Л. Впровадження індивідуалізації в навчально-виховний процес початкової школи / Л. Ткаченко // Початкова школа. – 2003. – № 11. – С.13-15.

СВІТОВІ МОДЕЛІ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ В ТЕХНІЧНОМУ ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ

*Проф., докт. пед. наук Е.В. Лузік, доц., канд. пед. наук Н.В. Ладогубець,
аспірант Т.О. Михеєва*

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Підготовка конкурентоспроможного людського капіталу як пріоритетного напрямку побудови інноваційної моделі особистісно-професійного зростання фахівця в освітньо-інформаційному середовищі дистанційного навчання для інноваційного розвитку країни; самореалізація особистості для забезпечення потреб суспільства, ринку праці та держави протягом життя; інтеграція системи вищої освіти України у світовий освітній простір вимагають суттєвої модернізації вітчизняної освітньої системи, обумовленої однією з головних цивілізаційних змін – інформаційною революцією, що актуалізує проблему модернізації освіти у відповідь на її виклики.

Пріоритетність розвитку інформаційних систем освітнього процесу, що орієнтована на мобільність тих, кого навчають; реалізація концепції навчання протягом життя; міжнародна співпраця в галузі розвитку вищої професійної освіти, викликані, перш за все, пошуком шляхів, пов'язаних з побудовою та впровадженням в освітній процес закладу вищої освіти (ЗВО) індивідуальної магістралі успішності кожного суб'єкта освітнього процесу у відкритому динамічно-синергетичному інформаційно-освітньому середовищі (ІОС), які забезпечували б просторову та часову гнучкість освітньої системи навчання, наближаючи її до світових освітніх систем. Реалії сьогодення дозволяють зробити висновок, що існуюча світова телекомунікаційна інфраструктура сприяє можливостям створення систем самонавчання протягом життя за умовою загального обміну інформацією незалежно від часово-просторових поясів.

Зі зміною традиційних форм передачі знань та уявлень у відкритому динамічному освітньому середовищі ЗВО дедалі частіше використовуються компетентісно-орієнтовані дистанційні форми навчання на основі Internet-технологій, особливо у системі вищої і додаткової професійної освіти, що спроможні забезпечувати випереджувальну безперервну логістику знань у належних обсягах, потрібному місці і в потрібний час. Крім того, дистанційне навчання (ДН), яке у XXI столітті входить як найефективніша форма навчання, припускає перехід від концепції фізичного переміщення суб'єктів навчання із країни в країну до концепції мобільних ідей, знань і формування інтегрованих умінь з метою їх розподілу за допомогою обміну освітніми ресурсами (аудіо-/відео-трансляції та аудіо-/відео-конференції; E-learning/online learning; Internet-конференції і т.ін.). При цьому, затребуваність ДН на основі Internet-технологій, починаючи з 70-80-х рр. XX ст., була обумовлена, перш за все, економією ресурсів і часу; можливістю отримувати освіту без відриву від виробництва, одночасно, при цьому, із професійним зростанням; внутрішньою мотивацією отримувати не стільки дипломи і сертифікати, скільки конкретні знання і компетентності, що постійно зростають.

Ці та інші аспекти (чинники) доводять необхідність проведення аналізу впливу світових тенденцій розвитку дистанційної освіти (ДО) в світі та Україні й визначення сучасних викликів для закладів вищої технічної освіти (ЗВТО), відповіді на які потребують розвитку різних форм і завдань дистанційного навчання. Для цього визначимо вплив світових тенденцій розвитку дистанційної освіти на розвиток та упровадження успішних проектів online-освіти у сучасний освітньо-інформаційний простір ЗВТО.

Так, результатом засідання круглого столу, що відбулося у січні 2013 р. в Давосі за участю экс-міністра фінансів США і почесного президента Гарвардського університету Ларрі Саммерса, президента Массачусетського технологічного інституту Рафаеля Рейфа, засновника Microsoft Білла Гейтса та ін., стала теза, що «майбутнє – за online-освітою», яка була підтверджена результатами досліджень багатьох закладів освіти у 2012-2014 рр., а саме: 32% студентів США (6,7 млн. чол.) пройшли хоча б один курс дистанційного навчання; у низці країн (Китай, Латвія, Нідерланди, Алжир, Велика Британія, Туреччина та ін.) 10-25 % студентів отримують освіту у закладах дистанційного навчання; серед американських закладів вищої освіти 65% уже ввели дистанційне навчання в стратегію свого розвитку [2]. В результаті обговорень на засіданні круглого столу до найбільш успішних проектів online-освіти були віднесені проекти представників:

- а) Гарвардського університету спільно з Масачусетським технологічним інститутом-EdX із статутним фондом 60 млн. доларів за участю 30 закладів вищої освіти (3 млн. користувачів) (2012 р.) [5];
- б) Coursera – 1 000 000 слухачів (в тому числі 13000 – українці) (2012 р.) [3];
- в) Udacity, що навчає сотні тисяч студентів і співпрацює з десятками компаній [6].

І хоча сертифікати EdX, Coursera та Udacity не мають такого формалізованого значення як диплом про освіту, однак більшість студентів, що вже працюють, вважає їх вагомим аргументом на ринку праці, а співробітники десятки компаній готові прийняти на роботу найкращих студентів після закінчення цих проектів.

Таким чином, фінансування проектів online-навчання різними країнами світу сягає вже сотень мільйонів доларів, однак, при цьому, кожна країна має власну практику вирішення цієї проблеми. Наприклад, в Індонезії існує три джерела фінансування дистанційного навчання, а саме: внески студентів за навчання складають 33 %, а державні гранти та допомога від іноземних агентств – відповідно 66 %. Іспанія використовує для фінансування дистанційного навчання два джерела, а саме: Міністерство освіти оплачує 46% , відповідно, студенти – 47 %; продаж навчальних матеріалів складає 7%. Велика Британія також використовує два джерела фінансування дистанційного навчання, при цьому плата студентів складає всього 15%, а внесок уряду – 85 %. В Канаді існує три джерела фінансування дистанційного навчання, а саме: урядові внески складають 75-80% від загальної суми витрат, студентські кошти – 10%; все інше включає підприємницька та ділова діяльність ЗВО, а саме 10-15%.

Крім того, у програмах навчання без надання вченого ступеня (PhD) плата за навчання складає 2/3 від загальної суми за стаціонарне навчання, а спецгранти, відповідно, – 1/3. Якщо ж порівнювати плату за навчання точних наук, то вона більша на 25%, ніж за соціальні чи мистецькі курси [1]. В той же час, розвинені країни світу спрямовують свою політику на зниження вартості дистанційного навчання. Так, в середньому вартість дистанційного навчання значно нижча від стаціонарного: наприклад, Технічний університет в Атланті (США) пропонує магістерський курс у галузі комп'ютерних наук за \$45000 при навчанні в кампусі; в той же час, як при дистанційному навчанні – \$ 7000, видаючи, при цьому однакові дипломи.

Проведений аналіз сучасних світових тенденцій розвитку дистанційної освіти актуалізував для України низку викликів, що потребують вирішення як у напрямку зростання ролі конкурентоспроможного людського капіталу, так і тісно пов'язаних з ним прискоренням темпів оновлення професійних знань, обумовлених упровадженням в освітній процес ЗВО інноваційних інформаційних технологій для утвердження в освітній політиці країни концепції «освіта протягом життя».

Відомо, що витoki дистанційної освіти в Україні відносяться до 80-90-х рр. XX століття. Вже у 2002 р. Міністерство освіти та науки України започаткувало експеримент із використанням елементів дистанційного навчання, який набув розвитку в низці таких університетів, як: Харківський університет радіоелектроніки; ХПІ (Харківський політехнічний університет); КПІ (Київський політехнічний інститут); Сумський державний університет; Полтавський університет економіки і торгівлі; Національний університет біоресурсів і природокористування; Національний авіаційний університет;

Київський університет технологій та дизайну, регулюючись, при цьому, низкою таких нормативних документів, як «Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні», «Національна програма інформатизації» і т.ін. Однак до цього часу в Україні відсутній єдиний координаційний центр формування і реалізації державної політики в галузі розвитку дистанційної освіти, і хоча в Україні, при дещо меншій вартості отримання дистанційної освіти порівняно з денною формою, вона залишається відносно високою. Так, в Національному університеті водного господарства та природокористування підготовка бакалавра за напрямком «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» на денній формі коштує 9000 грн., а в дистанційній освіті – 5000 грн; підготовка бакалавра системного програмування в Київському національному університеті технологій та дизайну на денній формі коштує 7500 грн., а на дистанційному навчанні – 5700 грн.

З метою виявлення рівня обізнаності та володіння можливостями інноваційних технологій; їх переваг і недоліків, а також ефективних форм контролю в процесі дистанційного навчання серед учасників освітнього процесу нами було проведено опитування, у якому взяли участь 140 науково-педагогічних працівників різних закладів вищої освіти України та 141 здобувач вищої освіти. У результаті проведеного опитування було виявлено наступне:

- досвід застосування інноваційних технологій до початку пандемії коронавірусу Covid 19 мали 57% опитаних науково-педагогічних працівників (НПП), натомість всього 38% здобувачів вищої освіти; не мали такого досвіду 17% опитаних НПП і 28% здобувачів;
- тільки 34% опитаних науково-педагогічних працівників проходили спеціальні тренінги, курси по оволодінню можливостями дистанційного навчання, а 66% відповіли, що опановували їх самостійно або обмінювались досвідом із колегами;
- щодо найвагоміших переваг застосування хмарних технологій, то 40% опитаних НПП зазначають, що найвагомішим для них є доступ до інформації з різних пристроїв (ПК, планшет, телефон тощо); для 31% це можливість одночасного доступу багатьох людей до інформації; для 17% це можливість самостійно вибирати місце і час, а для 12% - запобігання втрати інформації (вона зберігається у хмарних сховищах). Натомість для 40% опитаних здобувачів вищої освіти найвагомішою перевагою є те, що інформація не загубиться, оскільки міститься у хмарних сховищах; для 32% опитаних найвагомішим є доступ до інформації з різних пристроїв; для 24% опитаних це можливість самостійно вибирати місце і час; і тільки для 4% це можливість одночасного доступу до інформації багатьох людей;
- щодо труднощів, які найчастіше виникали в період проведення онлайн-занять, то 34% опитаних НПП зазначили, що у них не виникало ніяких труднощів; водночас 40% наголосили на відсутності постійного Internet-зв'язку; в той же час 14% були недостатньо обізнаними з можливостями

Classroom, Meet, Zoom та інших додатків, а 12% опитаних відзначили відсутність необхідного обладнання. Щодо здобувачів вищої освіти, то 41% опитаних зазначили, що у них не виникало ніяких труднощів; 35% наголосили на відсутності постійного Internet-зв'язку; тільки 15% були недостатньо обізнаними з можливостями Classroom, Meet, Zoom та інших додатків, а 9% наголосили на відсутності необхідного обладнання.

Інформація щодо найбільш зручної форми комунікації та найбільш ефективної форми онлайн-контролю під час дистанційного навчання для студентів та викладачів представлено на рисунках 1, 2, 3, 4:

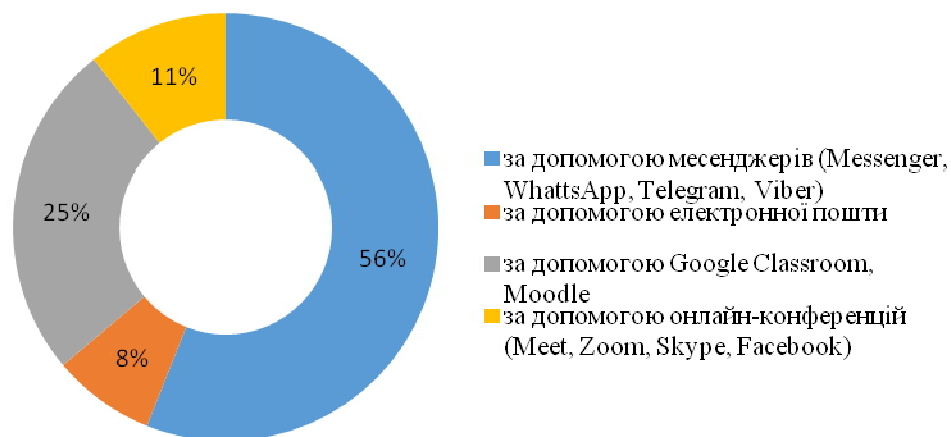


Рис. 1 – Найбільш зручна форма комунікації для студентів під час дистанційного навчання

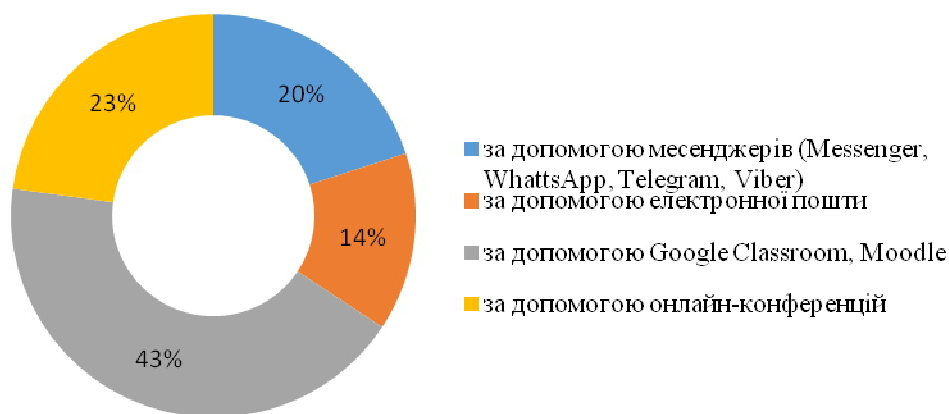


Рис. 2 – Найбільш зручна форма комунікації для викладачів під час дистанційного навчання

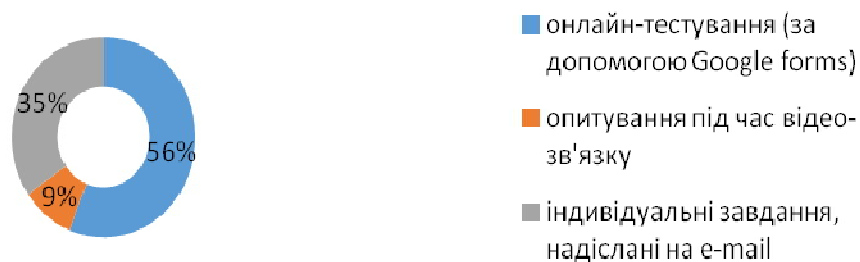


Рис. 3 – Найбільш ефективна форма онлайн-контролю під час дистанційного навчання для студентів



Рис. 4 – Найбільш ефективна форма онлайн-контролю під час дистанційного навчання для викладачів

В чому ж полягають основні виклики і проблеми дистанційної освіти для України, що обумовлені відповідними світовими тенденціями:

- *перш за все*, це обумовлено зростанням ролі людського капіталу, який в національному багатстві світового співтовариства сягає 64%, в той час у таких розвинутих країнах як Фінляндія, Швейцарія, Німеччина, Японія та США він становить 80% їх національного багатства, ставлячи, тим самим, на перше місце однією з найважливіших умов розкриття людського потенціалу – освіти;

- *по друге*, прискоренням темпів оновлення професійних знань, що підтверджується щорічним оновленням приблизно 5% теоретичних і 20% професійних знань, ставлячи в якості одиниці виміру старіння знань – напіврозпад компетенцій. Приклад навчальних закладів США з приводу періоду напіврозпаду компетентності, тобто зниження його на 50% внаслідок появи нової інформації, підтверджує, як, за багатьма професіями, цей період настає менше ніж за 4-5 років, тобто це відбувається раніше, ніж закінчується навчання в системі ЗВО. Такі ж результати ми отримуємо і при переході до освіти протягом життя, де базова освіта періодично має поновлюватися програмами додаткової освіти (розширеними та поглибленими курсами) для подальшого навчання. Звідси реальною стає заповідь, що «навчати треба не тому, що ти знаєш, а тому, що ти не знаєш, кого ти навчаєш, відчував себе під час такого навчання комфортно все життя»;

- *третій виклик* полягає у затвердженні в освітній політиці України концепції «Освіта протягом життя», що передбачає, відповідно, зростання інвестицій в людей і знання; набуття цифрової грамотності та поширення інноваційних гнучких форм навчання, а затвердження Радою Європи навчання протягом життя як одного із основних компонентів Європейської соціальної моделі, дає можливість розглядати таке навчання як критичний фактор у сферах зайнятості й соціального забезпечення, економічного зростання і конкурентоспроможності [4].

В той же час, перехід світових освітніх систем до широкого використання інформаційних технологій сприяв як зростанню конкуренції на міжнародному ринку праці, так і витісненню з ринку освіти значної кількості традиційних закладів освіти багатьох країн. Як наслідок, саме принцип максимальної доступності освітніх ресурсів стає стандартом для діяльності провідних світових ЗВО, який приводить до навчання в них не сотень тисяч студентів, а десятків мільйонів з усіх країн світу, а стрімке зростання ролі інформаційних технологій дає змогу визначеним досягати високого рівня знань та умінь як необхідної умови успішності й одного із показників якості життя. Крім того, урахування демографічного фактора, сутність якого полягає у потребі створення умов для навчання людей зрілого і старшого віку, зумовлює актуальність розвитку різних форм дистанційної освіти.

Таким чином ми можемо зробити висновок, що зволікання з відповідями на вказані виклики призведе, як наслідок, до актуалізації загроз національним інтересам України, тобто зниженню якості людського капіталу; падінню конкурентоспроможності вітчизняної системи освіти та економічному відставанню, і, як результат, уповільненню євроінтеграційних процесів. Істотним ресурсом в попередженні цих загроз є модернізація вітчизняної системи освіти в напрямку розвитку дистанційної освіти, яка, долаючи територіальний фактор, нерівності у доступі до якісної вищої освіти і залежність якісної освіти від місця проживання, забезпечує інноваційний розвиток освіти й суспільства загалом.

Посилання

1. Малінко О. Дистанційна освіта: організаційна структура, психолого-педагогічні основи, фінансування і управління//Директор школи, ліцею, гімназії. – 2002. - №6. – с. 38-45.
2. Changing Course: Ten Years of Tracking Online Education in the United States: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.onlinelearningsurvey.com/reports/changingcourse.pdf>
3. Coursera: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.coursera.org/>
4. Making a European area of lifelong learning a reality: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ec.europa.eu/education/>
5. Restless learners change the world: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.edx.org/>
6. Udacity: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.udacity.com>

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ СТУДЕНЦЕНТЦЕНТОВАНОГО ПІДХОДУ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

*Проф., док. мед. наук В.В. Огоренко, асистент О.М. Гненна
Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро, Україна*

Однією із основних освітніх цілей, що сформульовані в стандартах Закону України про вищу освіту, є формування заданих компетенцій у майбутніх спеціалістів. Під компетенціями розуміють здатність студентів успішно соціалізуватися, навчатися, провадити професійну діяльність, яка виникає на основі динамічної комбінації знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей та інших особистих якостей [1,2].

При цьому відбувається значне зміщення акцентів з традиційних закладах вищої освіти на наявність у студентів необхідних особистих якостей і відповідних компетенцій (інтеграційних, поведінкових і діяльнісних моделей професійної і соціальної активності і особистісних якостей), що у свою чергу сприяє формуванню у них відповідних навичок та компетенцій, які гарантуватимуть їм конкурентоспроможність у обраній професії.

У 2020 році українська система освіти піддалася серйозному виклику світового масштабу – пандемії коронавірусу, з якою зіткнулися провідні економіки світу і кращі системи охорони здоров'я. Особливо гостро постало питання щодо розвитку онлайн-освіти в Україні, зокрема, у розробленні довгочасної програми вдосконалення середньої та вищої онлайн-освіти та забезпеченні її нового якісного рівня [2]. З одного боку он-лайн навчання дає змогу студентам, які живуть у важкодоступних до закладу вищої освіти населених пунктах, людям з інвалідністю, для здобувачів вищої освіти, котрі через сімейні обставини не можуть відвідувати заняття, а також громадян України, які проживають за кордоном отримувати освіту та відвідувати он-лайн класи, більше часу можуть присвячувати самопідготовці та спілкуванню з родиною. З іншого боку існує низка недоліків: проблеми з мережею Інтернет, перевантаження освітніх платформ (Moodle, Google Classroom, Zoom, Skype, Google Suite/Docs тощо), брак живого спілкування.

При організації студент-орієнтованого освітнього процесу важливо враховувати його бінарність, що полягає у науково-освітній діяльності викладача та безпосередній навчально-пізнавальній діяльності студента. Саме тому в системі дистанційного навчання міжособистісна взаємодія викладача та студента повинна базуватися, насамперед, на засадах колаборації та комунікації [3-5]. Співробітництво є безумовним та фундаментальним принципом освітнього процесу, оскільки здатне забезпечити спільну рефлексію та емоційний зворотній зв'язок між викладачем та студентом. В умовах он-лайн викладання викладач повинен розвивати особливості студента з урахуванням його ціннісних орієнтацій, розробляти і реалізувати необхідні коригувальні дії як в процесі своєї безпосередньої діяльності, так і в процесі навчання студентів, оцінювати результативність виконаних коригувальних дій.

Також важливим є процес фасилітації, що полягає у заохочуванні студентів до навчального процесу та їх мотивувати [3,5]. Стимулюючий та заохочуючий вплив на саморозвиток, самовиховання здобувача вищої освіти є особливо актуальним в період дистанційного навчання, оскільки попереджує синдром вигорання та здатний ініціювати бажання отримувати нові знання.

На нашу думку в умовах дистанційного навчання сприяння особистісно-орієнтованому навчанню буде допомагати поєднання класичних методик виховання та застосування нестандартних, прогресивних технологій та творчого пошуку. Застосування креативного підходу до процесу навчання дозволить найбільше повно розкрити індивідуальні особливості і креативні здібності кожного суб'єкта освітнього процесу, а колективна навчальна діяльність збагачується знаннями і досвідом, що призводить до створення креативного продукту. Креативний підхід допомагає навчити особистість таким важливим професійним якостям як уміння адаптуватись до змін, вирішувати проблеми та навчатись впродовж життя [6].

Висновки

Таким чином, в умовах дистанційного навчання, слід приділяти особливу увагу широкому запровадженню студентцентованого навчання у закладах вищої освіти, що допоможе сформувати конкурентоспроможного фахівця, здатного до дослідницько-інноваційного типу мислення з потребою та навичками безперервного професійного розвитку. Даному процесу можуть сприяти інновації в навчальній діяльності, що дозволять створити та впровадити нові педагогічні методи для вирішення дидактичних завдань у студентів.

Посилання

1. Закон України *«Про вищу освіту»*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cfin.ru/investor/venture>
2. Тохтамиш Т.О., Лісняк А.А. Дистанційна освіта і цифрове суспільство в умовах карантину / Т.О. Тохтамиш, А.А. Лісняк // Проблеми та перспективи розвитку системи вищої освіти в Україні. Матеріали всеукраїнської науково-методичної інтернетконференції. Харків:Харк. нац. ун-т будів. та архіт., 2020. С. 48-51с.
3. Кудрявцева Т.О. Студентоцентроване навчання як сучасна парадигма вищої освіти. – Режим доступу: https://college.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2018/01/Kudriavtseva_pedagog-chyt2018.pdf
4. Алексеева Н. А., Поскребышева Т. А. Профессиональная креативность – неотъемлемое качество современного специалиста / Н.А. Алексеева, Т.А. Поскребышева // Проблемы современного педагогического образования, 2019. № 64 (3). С. 287–289.
5. Філоненко М. М. Методика викладання у вищій медичній школі на засадах компетентнісного підходу: Методичні рекомендації для викладачів та здобувачів наукового ступеню доктора філософії (PhD) ВМ(Ф)НЗ України. / М. М. Філоненко. – К.: Центр учбової літератури, 2016. – 88 с.
6. Веремчук А. Сучасний вибір педагогічної світи: креативний підхід / А. Веремчук // Науковий збірник «Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка», 2020.

ЩОДО РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНИХ ЗДІБНОСТЕЙ ШКОЛЯРІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЯВИЩ

Вчитель Т.С. Савкіна

***Криворізький науково-технічний металургійний ліцей № 16,
м. Кривий Ріг, Україна***

Доц., канд. пед. наук Ю.В. Єчкало

Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг, Україна

Підвищення якості навчання фізики нерозривно пов'язане з інтенсифікацією розумової праці школярів, активізацією їх пізнавальної діяльності, формуванням загальних і спеціальних способів діяльності. Прийоми і методи активізації пізнавальної діяльності учнів у навчанні повинні передбачати поступовий, цілеспрямований і планомірний розвиток мислення учнів і одночасне формування в них мотивів навчання [1]. Різними авторами виділяється і ряд інших умов розвитку пізнавальної активності учнів: поєднання індивідуальних та колективних форм навчання, особистісно-орієнтований, диференційований підхід у навчанні [2]. Усі ці умови можна ефективно реалізувати на заняттях з вивчення електромагнітних явищ.

Розглянемо засоби активізації навчання. Дуже вагомий вплив на розвиток пізнавальної активності школярів здійснюють форми організації навчальної діяльності. На думку Т. І. Шамової, потужним засобом розвитку пізнавальної активності є самостійна робота.

З метою виявлення сутності поняття «самостійна робота» як форми організації навчальної діяльності виокремимо ознаки, що характеризують самостійну роботу саме як організаційну форму. До них відносять:

- наявність мети самостійної роботи;
- наявність конкретного завдання;
- чітке визначення форми вираження результату самостійної роботи;
- визначення форми перевірки результату самостійної роботи;
- обов'язковість виконання роботи кожним учнем, який отримав завдання. Ця ознака вказує на обов'язкове прийняття учнем мети та наявність умінь власними силами її досягти. Наявність усіх зазначених ознак в організації навчальної діяльності дає змогу стверджувати, що школярі виконують самостійну роботу.

Можна виділити три основні вимоги до змістовно-логічної (внутрішньої) сторони самостійної роботи:

- 1) зміст завдань повинен відповідати конкретним дидактичним цілям навчання і виховання;
- 2) зміст і методичний апарат завдань повинні забезпечити самостійність навчально-пізнавальної діяльності;
- 3) повинні використовуватись усі можливості для введення в роботи варіативних завдань, які забезпечують максимально успішне протікання самостійної роботи кожного учня [2, с. 86–88].

Ще одним провідним засобом активізації навчання є проблемний

підхід. Проблемний підхід виконує особливу роль серед інших засобів активізації навчання, яка полягає в тому, що він сприяє не тільки інтелектуальному розвитку учнів, але й формуванню їхнього світогляду, емоційних та інших сторін особистості. Сучасна психологія стверджує, що продуктивне мислення завжди пов'язане з вирішенням проблеми [2, с. 289]. Таким чином, можна стверджувати, що активізація навчання є насамперед організація діяльності учнів, спрямованої на усвідомлення та вирішення конкретних навчальних проблем.

Одним із перших вітчизняних авторів, який розглянув психолого-педагогічні аспекти удосконалення методики навчання електродинаміки на основі сучасних наукових уявлень в шкільному курсі фізики, є С. Є. Каменецький. У дослідженні [3] автор, характеризуючи дидактичні можливості введення у курс електромагнетизму елементів спеціальної теорії відносності, зазначає, що вивчення основ класичної та елементів сучасної фізики потрібно так поєднувати, щоб весь курс був основою для формування наукового світогляду. «Нові ідеї забезпечують можливість більш економного та глибокого вивчення фізичних явищ, але більш досконалішими методами» [3, с. 11]. Серед найбільш плідних застосувань релятивістських ефектів у навчанні С. Є. Каменецький виокремлює такі:

- модернізація шкільного курсу фізики;
- можливість включити в активну навчальну діяльність кожного школяра;
- великі можливості в реалізації проблемного навчання;
- формування творчого мислення школярів, готовності їх до творчої праці в умовах науково-технічного прогресу.

Методологічною основою вивчення елементів спеціальної теорії відносності при формуванні поняття «електромагнітне поле» як засобу розвитку пізнавальної активності є метод аналізу формул перетворення компонент електромагнітного поля. Аналіз формул виступає тут одночасно методом наукового пізнання, змістом навчального процесу та ефективним навчальним методом [4].

Дослідники [5, 6 та інші] виділяють такі найбільш значущі фактори розвитку пізнавальних здібностей учнів, ефективність яких може бути посилена при використанні при вивченні електромагнітних явищ елементів спеціальної теорії відносності:

- розвиток мотивації, посилення інтересу, в тому числі до способів отримання знань;
- розвиток мислення, розумових здібностей учнів;
- індивідуалізація і диференціація навчання, розвиток самостійності;
- перевага активних методів навчання;
- збільшення арсеналу засобів пізнавальної активності, оволодіння сучасними методами наукового пізнання;
- розширення кола задач та практичних робіт в процесі навчання фізики.

Отже, використання елементів спеціальної теорії відносності при вивченні електромагнітних явищ як засобу розвитку пізнавальних здібностей школярів може бути ефективним за умови цілеспрямованої реалізації учителем системи засобів розвитку творчого мислення учнів і формування в них мотивів навчання із застосуванням проблемного підходу та різних видів самостійних робіт.

Посилання

1. Теплицький І. О. Деякі шляхи удосконалення методики навчання шкільного курсу фізики / Теплицький І. О., Єчкало Ю. В. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наукових праць / Редкол. – К. : НПУ імені М.П. Драгоманова. – № 4 (11). – 2006. – С. 144–147.
2. Шамова Т. И. Активизация учения школьников / Т. И. Шамова. – М. : Педагогика, 1982. – 209 с.
3. Каменецкий С. Е. Электродинамика в курсе физики средней школы. Пособие для учителей / Каменецкий С. Е., Пустыльник И. Г. – М.: Просвещение, 1978. – 127 с.
4. Коновал О. А. Еволюція поглядів на методику формування в учнів уявлень про електромагнітне поле / Олександр Коновал, Юлія Єчкало // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – № 1. – С. 28–30.
5. Грязнов Ю. О. Технологія активного навчання фізики / Грязнов Ю. О. // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 6. – С. 11–14.
6. Плигин А. П. Личностноориентированный подход к обучению физике / Плигин А. П. // Физика в школе. – 2003. – № 4. – С. 21–25.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА ДЛЯ АКТИВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

*Проф., докт. техн. наук Е.А. Сдвижкова, доц., канд. техн. наук П.Н. Щербаков,
доц., канд. техн. наук С.Е. Тимченко, доц., канд. техн. наук Д.В. Бабец
Национальный технический университет «Днепропетровская политехника»,
кафедра высшей математики, г. Днепр, Украина
Dnipro University of Technology, Department of High mathematics, Dnipro, Ukraine*

Повышение качества преподавания математики должно отвечать вызовам текущего времени, когда интерес учащихся к информационным средствам и технологиям становится доминирующим. В связи с этим заслуживают особенного внимания методики, позволяющие активизировать процесс обучения

созданием интриги доказательства прогнозируемых результатов. Так, например, весьма положительно зарекомендовало себя правило «лучший способ изучить что-либо – это открыть самому» [1]. Такого же мнения придерживался Т.Лейбниц: «Я старался писать так, чтобы изучающий всегда мог видеть внутреннюю основу изучаемых им вещей, чтобы от мог обнаружить источник открытия и, следовательно, во всем разобраться так, как бы он это придумал сам» [2].

Известна работа [3], в которой представлено интересное открытие тетрады, а его доказательство выполнено в виде подробных объяснений важнейших понятий числовой последовательности и ее предела.

Целью настоящей статьи является дальнейшее использование закономерностей, существующих между пределами числовых последовательностей, как прогнозируемых открытий при изложении методов составления дифференциальных уравнений первого и второго порядков.

Пусть a_1 и b_1 - два произвольных положительных числа, причем $a_1 > b_1$. Составим из них два других числа a_2 и b_2 , являющихся для a_1 и b_1 соответственно средним арифметическим и средним геометрическим:

$$a_2 = \frac{a_1 + b_1}{2} \text{ и } b_2 = \sqrt{a_1 b_1} \quad (1.1)$$

Выполняя с a_2 и b_2 такие же действия, как с a_1 и b_1 , получим

$$a_3 = \frac{a_2 + b_2}{2} \text{ и } b_3 = \sqrt{a_2 b_2} \quad (1.2)$$

В продолжении этого правила для любых $n \in N$ будем иметь две сходящиеся числовые последовательности

$$\{a_n\} = a_1, \dots, \frac{a_{n-1} + b_{n-1}}{2}, \dots \quad \{b_n\} = b_1, \dots, \sqrt{a_{n-1} b_{n-1}}, \dots \quad (1.3)$$

Пример. С точностью до шестого знака после запятой определить разность между пределами этих последовательностей, если $a_1 = 40$ и $b_1 = 10$.

Для каждой из них запишем по несколько первых членов.

$$\{a_n\} = 40, \quad 25, \quad 22.5, \quad 22.430339, \quad 22.430285, \dots$$

$$\{b_n\} = 10, \quad 20, \quad 22.360679, \quad 22.430231, \quad 22.430284, \dots$$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что обе последовательности при $n \rightarrow \infty$ стремятся к одному и тому же пределу, значит

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n - \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0 \quad (1.4)$$

Доказательство утверждения (4) для общего случая безусловно заинтересует учащихся, т.к. открытие прогнозируемой закономерности будет сделано в соавторстве с ними. Изложим принцип построения линейного дифференциального уравнения второго порядка в виде решения задачи о разности пределов числовых последовательностей (1.3) по методу немецкого математика К.В. Борхарта.

Пусть p - искомая разность. Очевидно, что p зависит от a_1 и b_1 , т.е.

$$p = f(a_1, b_1) \quad (1.5)$$

где f - некоторая функция.

Из определения p также следует, что

$$p = f(a_2, b_2) \quad (1.6)$$

Умножим a_1 и b_1 на одно и то же число t , при этом каждое из чисел a_2 , b_2 , a_3 , b_3 , ... включая и p , приобретет множителем это число. Последнее означает, что p является однородной функцией первого измерения относительно a_1 и b_1 .

Определение 1. Функция $\Phi(x, y)$ называется однородной функцией измерения n , если при всяком t выполняется условие $\Phi(tx, ty) = t^n \Phi(x, y)$.

На этом основании (1.5), (1.6), представим в виде следующего выражения

$$p = a_1 f\left(1, \frac{b_1}{a_1}\right) = a_2 f\left(1, \frac{b_2}{a_2}\right) \quad (1.7)$$

Обозначив $\frac{1}{f(1, \frac{b_1}{a_1})}$ через y , а $\frac{1}{f(1, \frac{b_2}{a_2})}$ через y_1 , ..., находим, что

$$y = y_1 \frac{a_1}{a_2}, \quad (1.8)$$

Полагая $\frac{b_1}{a_1} = x$, $\frac{b_2}{a_2} = x_1$, ..., а также учитывая (1.1) и (1.8), получим

$$y = \frac{2y_1}{1+x}, \quad x_1 = \frac{2\sqrt{x}}{1+x} \quad (1.9)$$

Продифференцируем второе выражение из (1.9), в котором x_1 рассматривается как функция от x

$$\frac{dx_1}{dx} = \frac{1-x}{(1+x)^2 \sqrt{x}}. \quad (1.10)$$

Правую часть этого уравнения преобразуем следующим образом

$$\begin{aligned} \frac{1-x}{(1+x)^2 \sqrt{x}} &= \frac{(1-x)^2}{(1+x)^2 (1-x) \sqrt{x}} = \frac{(1+x)^2 - 4x}{(1+x)^2 (1-x) \sqrt{x}} = \\ &= \left\{ \text{умножим и разделим на } \frac{2\sqrt{x}}{1+x} \right\} = \\ &= \frac{(1+x)2\sqrt{x} - \frac{8x\sqrt{x}}{1+x}}{2x(1-x^2)} = \frac{(1+x)^2 \left(\frac{2\sqrt{x}}{1+x} - \frac{8x\sqrt{x}}{(1+x)^3} \right)}{2x(1-x^2)} = \\ &= \left\{ \text{подставим значение } x_1 \text{ из (1.9)} \right\} = \frac{(1+x)^2 (x_1 - x_1^3)}{2(x - x^3)}. \end{aligned}$$

Таким образом

$$\frac{dx_1}{dx} = \frac{(1+x)^2(x_1 - x_1^3)}{2(x - x^3)}. \quad (1.11)$$

Определение 2. Дифференциальным уравнением называется уравнение, связывающее независимую переменную x , искомую функцию $y = f(x)$ и ее производные $y', y'', \dots, y^{(n)}$. Символически дифференциальное уравнение можно написать так

$$F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0 \text{ или } F(x, y, \frac{dy}{dx}, \frac{d^2y}{dx^2}, \dots, \frac{d^ny}{dx^n}) = 0$$

Определение 3. Порядком дифференциального уравнения называется порядок наивысшей производной, входящей в уравнение.

Определение 4. Решением или интегралом дифференциального уравнения называется всякая функция $y = f(x)$, которая, будучи подставлена в уравнение, превращает его в тождество.

Определение 5. Дифференциальное уравнение первого порядка называется линейным, если оно линейное относительно неизвестной функции и ее производной.

Исходя из приведенных определений следует, что выражение (1.11) представляет собой линейное дифференциальное уравнение первого порядка, в котором $x_1 = f(x)$.

На следующем этапе решения поставленной задачи продифференцируем первое выражение из (1.9), в котором y представляет

собой произведение дроби $y = \frac{2}{1+x}$ и сложной функции $y_1(x_1(x))$.

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{2}{(1+x)^2} y_1 + \frac{2}{1+x} \cdot \frac{dy_1}{dx_1} \cdot \frac{dx_1}{dx}. \quad (1.12)$$

Подставим в (12) вместо $\frac{dx_1}{dx}$ его значение из (11), тогда

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{2}{(1+x)^2} y_1 + \frac{(1+x)(x_1 - x_1^3)}{x - x^3} \cdot \frac{dy_1}{dx_1}. \quad (1.13)$$

В результате элементарных преобразований (помножили на $x - x^3$ и вынесли $(-x)$) получим следующее уравнение

$$(x - x^3) \frac{dy}{dx} = \frac{2x(x-1)}{1+x} y_1 + (1+x)(x_1 - x_1^3) \cdot \frac{dy_1}{dx_1}. \quad (1.14)$$

Продифференцируем левую и правую части этого уравнения

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} \left((x - x^3) \frac{dy}{dx} \right) &= 2y_1 \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{x(x-1)}{1+x} \right) + \frac{2x(x-1)}{1+x} \cdot \frac{dy_1}{dx_1} \cdot \frac{dx_1}{dx} + \\ &+ (x_1 - x_1^3) \cdot \frac{dy_1}{dx_1} + (1+x) \left((x_1 - x_1^3) \cdot \frac{dy_1}{dx_1} \right) \cdot \frac{dx_1}{dx}, \end{aligned} \quad (1.15)$$

С помощью тождественных преобразований и с учетом формул (1.9) уравнение (1.15) приведем к виду

$$\frac{d}{dx} \left((x - x^3) \frac{dy}{dx} \right) - xy = \frac{1-x}{(1+x)\sqrt{x}} \left(\frac{d}{dx_1} ((x_1 - x_1^3) \frac{dy_1}{dx_1}) - x_1 y_1 \right) \quad (1.16)$$

Если в этом уравнении x заменить на x_1 , то x_1 перейдет в x_2 , потом x_2 перейдет в x_3 , если x_1 заменить на x_2 и т.д.

Обозначим

$$p^*(y) = \frac{d}{dx} \left((x - x^3) \frac{dy}{dx} \right) - xy \quad (1.17)$$

Принимая во внимание приведенные выше рассуждения и обозначение (1.17), правую часть уравнения (16) запишем в общем виде

$$p^*(y) = \frac{1-x}{(1+x)\sqrt{x}} \cdot \frac{1-x_1}{(1+x_1)\sqrt{x_1}} \cdot \frac{1-x_2}{(1+x_2)\sqrt{x_2}} \dots \frac{1-x_n}{(1+x_n)\sqrt{x_n}} p^*(y_n) \quad (1.18)$$

Так как $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1-x_n}{(1+x_n)\sqrt{n}} = 0$ приходим к тому, что $p^*(y) = 0$.

Подставим это значение в левую часть выражения (1.17)

$$\frac{d}{dx} \left((x - x^3) \frac{dy}{dx} \right) - xy = 0 \quad (1.19)$$

Продифференцируем его второй раз.

$$(x - x^3) \frac{d^2 y}{dx^2} + (1 - 3x^2) \frac{dy}{dx} - xy = 0 \quad (1.20)$$

$$(x - x^3) y'' + (1 - 3x^2) y' - xy = 0$$

Мы получили линейное дифференциальное уравнение второго порядка, которому удовлетворяет y . Так как y должно быть постоянным решением ДУ (1.20), то при $x \neq 0$ возможен единственный случай, когда $y \equiv 0$.

Преобразуем (1.5), принимая во внимание обозначение

$$y = \frac{1}{f(1, \frac{b_1}{a_1})}, \quad p = a_1 f(a_1, b_1) = y \frac{f^2(a_1, b_1)}{a_1} \quad (1.21)$$

Из этого выражения и (21) следует, что $p = 0$.

Таким образом доказали, что разность пределов числовых последовательностей $\{a_n\}$ и $\{b_n\}$ равна нулю, т.е. $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n - \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$.

Выводы

1. Обоснована целесообразность применения эвристического подхода при изучении математики в условиях повышенного интереса учащихся к информационным средствам и технологиям.
2. На простейшем примере выполнен прогноз того, что числовые последовательности, составленные на основе пошаговых преобразований средних арифметических и средних геометрических, имеют одинаковые пределы.
3. Это предположение представлено в виде открытия и доказательство его для общего случая в соавторстве с учащимися активизирует процесс обучения.
4. Решение задачи о разности пределов двух числовых последовательностей, принадлежащее немецкому математику К.В. Борхарту, использовано в виде инструмента для объяснения принципов построения линейного дифференциального уравнения второго порядка и обоснования его нулевого решения.
5. На промежуточных этапах доказательства прогнозируемого результата даны основные определения, касающиеся ДУ, также обращено внимание учащихся на важность владения техникой дифференцирования функций.

Ссылки

1. Д. Пойа «Математическое открытие», Изд-во «Наука», М., 1975, 290 с.
2. Избранные отрывки из математических сочинений Лейбница // Успехи матем. наук 3, №1 (1948), С. 165-204.
3. О.О. Сдвижкова, П.М. Щербаков, С.Є. Тимченко Метод математичного відкриття при вивченні числових послідовностей / Наукові записки: [збірник статей] / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т імені М.П. Драгоманова, 2017. – Випуск СХХХІV (134)- 284с. – (серія педагогічні науки)., С. 207-215.

ЩОДО ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ КВАЛІФІКОВАНИХ МАЙСТРІВ ТА ІНШИХ МЕНЕДЖЕРІВ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА

Директор Інституту, проф., канд. техн. наук Т.С. Хохлова,
зав. каф.**, доц., канд. техн. наук Ю.О. Ступак,
директор центру***, ст. викл. С.М. Зінченко*

** - Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ*

*** - кафедра теорії, технології та автоматизації металургійного виробництва*

**** - Нікопольський регіональний центр моніторингу освіти та соціального партнерства*

Національна металургійна академія України (НМетАУ), м. Дніпро

Понад 100 років тому, у далекому 1911 році, вперше вийшла друком знаменита книжка Ф.У. Тейлора, відомого американського інженера і одного з родоначальників системи наукового менеджменту зі світовим ім'ям. У вступі до неї автором було зазначено, зокрема, що «...Пошуки кращих, більш компетентних людей для виконання функцій – починаючи від президентів великих компаній і до домашньої прислуги, включно – ніколи не були більш наполегливими, ніж в наш час, і попит на знаючих, добре навчених людей ніколи так не перевищував обмеженості пропозиції...» [1]. Там же ж підкреслювалося, що всі роботодавці шукають людей вже готових до роботи, яких вивчив хтось інший, але більш правильним шляхом є створення умов, у яких такі люди формуються, бо «...ніяка видатна людина не може конкурувати з декількома звичайними людьми, які настільки організовані, щоб домогтися гарних результатів у своїй спільній діяльності». З тих часів в світовій економіці відбулися третя й четверта промислові революції, але питання підготовки ефективних менеджерів низової ланки виробництва (майстри, бригадири, начальники дільниць та ін.) і дотепер залишається вкрай актуальним. Особливо в тих галузях і виробництвах, де ще не скоро роботи й автомати, створені для технологій епохи Індустрії 4.0, замінять кваліфікованих робітників.

Опитування, які у 2016-2018 рр. проводилися серед роботодавців (HR та кадрові служби підприємств гірничо-металургійного комплексу та трубного виробництва) м. Нікополь і Нікопольського регіону [2-3], показали, що випускники вишів, потрапляючи на підприємства, виявляються значною мірою не готовими до ефективної роботи. Серед основних «претензій» роботодавцями були названі такі (наводяться в порядку зменшення значущості) [4]:

- недостатні навички комунікації та роботи в команді;
- низький рівень ініціативності щодо власного вдосконалення;
- слабкі здібності продукувати нові ідеї та пропозиції щодо вдосконалення технологій та обладнання;
- недостатній рівень практичної фахової підготовки та деякі інші.

Показовим також виявилися результати опитування HR-керівників одного з крупних роботодавців м. Нікополя щодо пріоритетів у підготовці майстрів виробництва, проведеного авторами на початку 2021 року. Так, при узгодженні програми підвищення кваліфікації майстрів та начальників окремих дільниць, ключовими питаннями (темами) для навчання персоналу були вказані наступні (таблиця 1).

Таблиця 1. Пріоритети щодо змісту програми вдосконалення майстрів виробництва

Найбільш значущі розділи програми навчання	Оцінка важливості (за 10-бальною шкалою)
Організація управління ділянкою, організація праці робітників і виробництва на ділянці	10
Управління якістю продукції	10
Ухвалення майстром рішень з управління ділянкою	9
Форми і методи роботи майстра з персоналом	8
Ділова документація майстра	8
Формування робочого персоналу і особливості управління зміною	7
Робоче місце майстра і збір управлінської інформації	7
Рада майстрів підприємства	5

Не важко простежити зв'язок з результатами попередніх досліджень [4], у яких серед «претензій» до молодих фахівців на першому місці опинилися «недостатні навички комунікації та роботи в команді»... Тут доречно навести пророцькі слова згаданого на початках Ф.Тейлора, який припускав, що «...в майбутньому найголовнішим буде – система. ... першим завданням будь-якої оптимальної організаційної системи є завдання вироблення першокласних ідей, і при систематичній організації праці, найкращий працівник висувається вгору швидше і більш напевно, ніж коли б, то не було раніше».

Як витікає з наведеного, проблема підготовки кваліфікованих менеджерів для виробництва (і не тільки виробництва) була і залишається ключовою, незалежно від епохи та суспільних відносин. Очевидним є також те, що сучасний менеджер – це не тільки фахівець у своїй галузі, але й людина, здатна створювати команду і працювати в команді. При цьому, на думку авторів, першочерговими факторами, що сприяють формуванню на підприємстві висококласних менеджерів є наявність:

- кваліфікованого персоналу, який здатний до вдосконалення, перш за все – в частині лідерства та роботи в команді;
- досконалої системи (моделі) управління виробництвом;
- досконалої системи (моделі) управління персоналом в частині постійного підвищення його кваліфікації як безпосередньо на виробництві, так і з залученням сторонніх організацій;
- наявність досвідчених менеджерів, що здатні і бажають бути наставниками молоді, а також системи наставництва та його мотивації;
- дієвих стимулів (мотивації) для працівників щодо вдосконалення власної майстерності та професійного зростання.

Слід підкреслити, що в залежності від посади керівника та кола завдань, покладених на нього, відносна важливість тих чи інших його функцій дещо змінюється, особливо помітно – у площині адміністративно-ділових якостей. На цьому наголошували ще на початку минулого століття, хоча окремі моменти на сьогодні, звісно, потребують уточнення (таблиця 2).

Таблиця 2. Відносна важливість різних установок, які повинен мати персонал великих промислових підприємств (відтворено за [5])

Категорії персоналу	Установки						Повна кваліфікація
	Адміністра- тивна	Технічна	Комерційна	Фінансова	Страхова	Облікова	
Велика установа							
Робітник	5	85	—	—	5	5	100 (a)
Майстер	15	60	5	—	10	10	100 (b)
Начальник майстерні	25	45	5	—	10	15	100 (c)
Начальник відділення	30	30	5	5	10	20	100 (d)
Начальник технічної служби	35	30	10	5	10	10	100 (e)
Директор	40	15	15	10	10	10	100 (f)
Кілька об'єднаних установ							
Генеральний директор	50	10	10	10	10	10	100 (g)
Державна промисловість							
Міністр	50	10	10	10	10	10	100 (h)
Очільник держави	60	8	8	8	8	8	100 (i)

Враховуючи наведене, а також безліч інших аспектів, авторами підготовлено сучасну програму підвищення кваліфікації, орієнтовану на майстрів виробництва і керівників низової ланки, що значною мірою враховує виявлені закономірності. Підсумовуючи, можна навести слова Генрі Форда, який так характеризував важливість правильного підбору персоналу та його особистих якостей: ...Якщо людина не підходить, то і машина не в змозі виконувати роботу правильно, і навпаки [6].

Посилання

1. Тейлор Ф.У. Принципы научного менеджмента. Пер. с англ. А.И. Зак. –М.: Контроллинг, 1991. –104 с.
2. Khokhlova T., Stupak Y. Personnel development given the specificity of enterprise's business processes / II Int. Conf. "Innovative Technologies in Science and Education. European Experience". (November 12 - 15, 2018, Helsinki, Finland). – Dnipro-Helsinki, 2018. –P. 195-199.
3. Хохлова Т.С., Савченко Г.Г., Ступак Ю.О. Зміст та якість базової освіти як визначальний чинник ... / В мат-лах III Міжнар. конф. "Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід". (12-14 листопада 2019, Амстердам, Нідерланди). – Дніпро-Амстердам, 2019. –Р. 132-141.
4. Хохлова Т.С., Ступак Ю.О., Савченко Г.Г. (2020) Зміст та якість базової освіти як суттєвий чинник якості підготовки фахівців у сучасному технічному закладі вищої освіти. Освітні обрії. №1(50). 2020. – С. 190-200. DOI: <https://doi.org/10.15330/obrii.50.1.190-200>.
5. Файоль Анри. Общее и промышленное управление. Переклад російською Б.В. Бабіна-Кореня, 1923. http://bigc.ru/theory/books/afbnpm/c_7.php
6. Форд Генри. Моя жизнь, мои достижения. Пер. с англ. Е. Бакушев. –Минск: Попурри, 2013. –352 с.

Секція 3

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ПРОМИСЛОВOSTІ ТА ОСВІТІ**

ГОЛОВА – ШВАЧИЧ ГЕННАДІЙ ГРИГОРОВИЧ

д.т.н., професор, дійсний член Міжнародної академії інформатики,
зав. каф. прикладної математики та обчислювальної техніки
Національної металургійної академії України

Section 3

**INFORMATION TECHNOLOGIES
IN INDUSTRY AND EDUCATION**

CHAIRMAN – HENNADII SHVACHYCH

Dr. Sc. (Eng.), Prof., member of International informatics academy,
Head of Department «Applied mathematics and computing engineering»
of National Metallurgical Academy of Ukraine

Секция 3

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ**

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ – ШВАЧИЧ ГЕННАДИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

д.т.н., профессор, действительный член Международной академии информатики,
зав. каф. прикладной математики и вычислительной техники
Национальной металлургической академии Украины

AUTOMATIC TELEMATIC DISTRIBUTED SYSTEMS

*Prof., Dr. Tech. Science Oleg Aleksiev, grad. student Mykhailo Matsiy
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine*

Meeting the needs of residents of cities and regions, industrial organizations in passenger and freight transport depends on the constant development of transport infrastructure: roads, vehicles and technologies and many other subsystems and parts of the transport complex that provide transport services to the population and organizations. It should be noted that today the situation in road transport is ahead of the development of the car fleet, respectively, increasing the mobility of residents of cities and regions and limited capabilities of the existing transport network. Transport communications are becoming a narrow link in the transport systems of cities and regions. They need constant attention at all stages of creation and existence – from scientific substantiation and design and survey work to construction and maintenance. Of course, constant monitoring of their operational condition is required. Its results are the basis for deciding on the allocation of material, financial and human resources for the maintenance of transport communications, their operation, repair and reconstruction. In the transport industry there is a special system that provides control and diagnostics of transport communications. Their quality is usually assessed using tools, instruments, devices and systems. In the world practice of assessment of diagnostics and diagnostics of transport communications powerful information and measuring systems with a high level of automation of check of transport, communication are developed.

Modern transport infrastructure of cities and regions is a set of intelligent systems for planning and modeling of transport networks, traffic management and telematics systems that provide up-to-date information on the state of the road environment and allow synergistic interaction with all user roads. The development and operation of transport infrastructure requires powerful computing resources. Opportunities for their improvement are hampered by a lack of funds, which is typical for almost all local governments.

Distributed computer systems today allow to obtain such resources through the use of the principle of distribution of hardware, software components of networks, parallel operation of several users.

Cluster solutions, virtualization of LAN software and hardware, optimization of network node load – directions of obtaining "additional" computer resources.

Consider a formal description of the architecture of such a system. It consists of a generalized information space G , which is analogous to the global network. This space includes N_i – LAN. All networks are a set of logical (logically indivisible L_{ij}) and physical (physically indivisible a_{ijl}) nodes.

In fig. 1 shows a diagram explaining this structure. Individual computers, routers, and gateways correspond to the physical nodes of the system. Logical – parts of the local network that can be evaluated by three variables: $x(t)$ – node load, $y(t)$ – memory capacity, $z(t)$ – bandwidth.

In fig. 2 shows a diagram that explains the concepts expressed in relation to the logical and physical nodes of computer networks.

The solution to the problem of providing computer resources is possible by obtaining additional computer resources on the basis of existing large computer systems, corporate networks through the use of the latest distributed telematics systems (RTS).

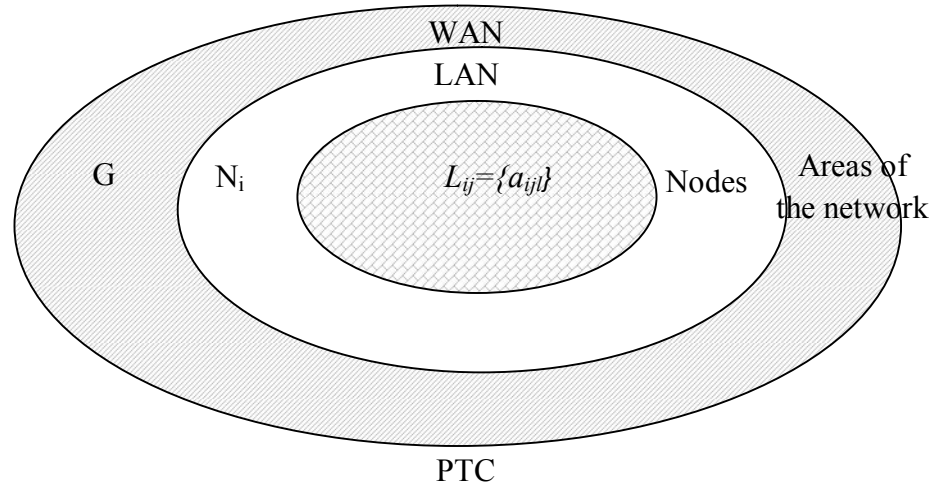


Figure 1 – Diagram of the components of a distributed telematics system

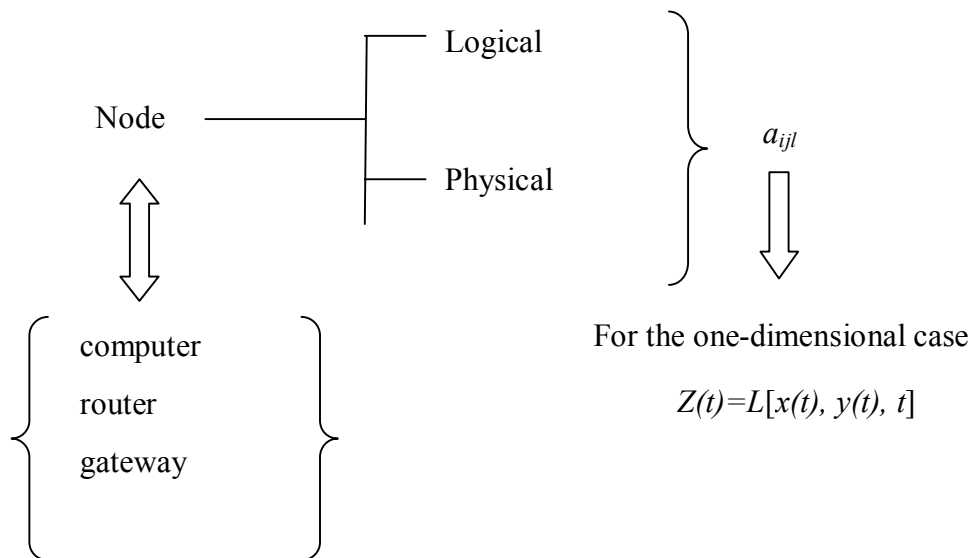


Figure 2 – Block diagram of the RTS

where, $x(t)$ – load of logical (physical) LAN nodes;
 $y(t)$ – the amount of memory nodes of the local network;
 $z(t)$ is the bandwidth of the LAN nodes

Historically, in large cities, computer networks of any stable enterprises, organizations of various profiles were built as financing and improving the ability to purchase computer equipment. The practice of introducing new technologies preceded the scientific and technical substantiation, evaluation of the effectiveness

of design solutions and generalization of the achieved results. Gradually, such networks were transformed from simple computer systems into interconnected systems at the enterprise level, which have relatively large reserves that provide solutions to current transformation problems and provide users with the necessary information. Consider the conceptual rationale for obtaining additional computer resources for the development of transport infrastructure of a large city through access to such computer systems.

For ordering it is important to effectively connect the hardware and software components of the system, determine the network topology and software features, operating systems, server applications, conceptual problems of software and hardware connection and the logic of applied computing processes [1, 2]. This task of organizing computer networks within one organization and generalized computer space from the point of view of the authors should be based on the results of previous research in the field of technology [3, 4]. In this sense, we consider the problem of applying a synergetic approach based on basic research [4, 5], taking into account the self-organization of such a complex system, rather than simply obtaining an additional effect from the appropriate combination of heterogeneous resource calculations. Based on the relevant research, we assume the formalization of this problem, according to the example given in [5, 6].

Any computer resources of organizations and enterprises that are steadily developing, have trends in the development of computer resources. In their computing environment, the ability to coordinate the use of heterogeneous distributed resources is based on the latest technologies. They provide opportunities to use a variety of resources: computing, data collection and communication. It should be noted that the reliability and performance of individual systems may be relatively low, but the user of such a distributed system receives a single reliable and productive platform for computing, accessing databases and knowledge, and can store their data and use different communication technologies [7].

With the introduction of RTS, we get not just an information system, but a kind of intelligent controller that combines the advantages of software control systems with adaptive systems that work on the basis of a synthesis of control effects. Such properties of the controller determine the provision of properties of the analog of the intelligence of the software and hardware system to ensure the functioning of the RTS components. It will be an integral part of intelligent land transport management technology in large cities and regions.

The main requirement for the introduction of new technologies is to ensure the integrity of the software package, which ensures the implementation of scientific calculations, modeling and processing of experimental data. In this complex, the computer network of the transport organization is a unified software and hardware environment in which software modules work in parallel – office programs, Internet software, design automation systems, simulations and special software packages.

However, after a more thorough analysis of many tasks solved in the transport organization, it is necessary to make statements about the large volume of computer downloads of channels, especially Internet connections.

References

1. Богомолов В.О. Концептуальне обґрунтування та синергетичний підхід до розвитку транспортних систем / В.О. Богомолов В.О. В.О. Алексієв. – Інформаційнокеруючі системи на залізничному транспорті: науково-технічний журнал. № 5(78), 2009. – С. 59–63.
2. Alekseyev O. Development of automotive computer systems based on the virtualization of transportation processes management / O. Alekseyev, V. Alekseyev, D. Klets, V. Khabarov, et al. – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol.6. N3 (90), 2017. – Pp. 14–25. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.116351.
3. Павленко В.М. Вдосконалення процесу моніторингу транспортних засобів із використанням телематичних систем / В.М. Павленко. – Вісник ХНАДУ. Вип. 75. Харків, 2016, С.139-144.
4. Liubarskyi B. Building a mathematical model of the oscillations in subway cars equipped with electromechanical shock absorbers / B. Liubarskyi, B. Lukashova, N. Petrenko, O. Nikonov, O. Matsyi – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 6, № 7 (108), 2020. – Pp. 51–59. DOI: 10.15587/1729-4061.
5. Matsiy O. B., Morozov A. V., Panishev A. V. A Recurrent Algorithm to Solve the Weighted Matching Problem. Cybernetics and Systems Analysis, Springer, September 2016, Vol. 52, Issue 5, Pp 748–754. DOI:10.1007/s10559-016-9876-4.
6. O. Matsyi. Approaches to solving basic problems of closed routes. 2020 IEEE Proceedings of 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET-2020), Lviv-Slavske, Ukraine, February 25 – 29, 2020. – pp. 73-76.
7. Інтерактивний дорожній тестер: пат. 97432 U Україна, МПК(2015.01) G01C 23/00; заявник та патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. заявл. 27.10.2014; опубл. 10.03.2015. Бюл. № 5.
8. Алексієв О.П. Використання веб-технологій для вдосконалення перевізних процесів / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, М.Є. Маций – Вісник ХНАДУ. Вип. 92. Харків, 2021, С.7-17.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Доц., канд. хім. наук Г.М. Біла, магістр Ю.В. Коробка

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Проф., докт. хім. наук Н.М. Антрапцева

***Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна***

Упродовж останніх десятиліть спостерігається стрімкий розвиток нових технологій, які мають бути забезпечені висококваліфікованим персоналом, здатним працювати в умовах сьогодення. Це стає можливим у тому випадку, коли працівник будь-якого сучасного виробництва має відповідні профільні

знання та готовий їх удосконалювати упродовж своєї кар'єри. Тобто, для задоволення запитів різних виробництв необхідні фахівці не тільки вузькоспрямованого профілю, але й ті, які зможуть вирішувати поставлені завдання за допомогою сучасних комп'ютерних програм та інформаційно-комунікаційних технологій [1-3]. В значній мірі це стосується різних технологій харчових продуктів, які постійно оновлюються, удосконалюються, розробляються нові.

Метою роботи є аналіз досвіду викладання хімічних дисциплін з використанням комп'ютерних програм та інформаційно-комунікаційних технологій.

Саме такий сучасний підхід запроваджено в Національному університеті харчових технологій для підготовки бакалаврів за професійним спрямуванням "Хімічна технологія харчових добавок та косметичних засобів".

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми (ОПП) для зазначеного професійного спрямування передбачено вивчення 16 навчальних хімічних дисциплін, серед яких чотири обов'язкових та дванадцять вибіркових. Особливу увагу викладачі приділяють підготовці та написанню нових актуальних програм дисциплін із використанням сучасних комп'ютерних технологій. У результаті успішного виконання здобувачем вищої освіти освітньо-професійної програми, обсяг якої становить 180-240 кредитів ECTS вони отримують диплом бакалавра.

Для підготовки висококласних фахівців, що мають міцні базові знання з технічних дисциплін і сучасного програмного забезпечення в області хімії та хімічної технології, календарним навчальним планом передбачено вивчення дисципліни "Комп'ютерні розрахунки в хімічній технології".

Дисципліна "Комп'ютерні розрахунки в хімічній технології" вивчається після курсів хімічних, інженерно-технічних та математичних дисциплін і завершує базову освіту бакалавра. Викладання цієї дисципліни базується на знаннях, одержаних студентами, з курсів вищої математики, фізики, комп'ютерної хімії та всього циклу хімічних дисциплін, які вивчаються з використанням сучасних досягнень науки, мають практичну направленість і підтверджуються прикладами із різноманітних технологічних процесів харчової промисловості.

Отримані навички комп'ютерних розрахунків з використанням прикладних математичних програм студенти використовують при виконанні теоретичних завдань, лабораторних і курсових робіт, різних інженерних і наукових розрахунків, а також під час науково-дослідної роботи студентів та при підготовці магістерських кваліфікаційних робіт.

Метою вивчення дисципліни є формування знань, умінь і навичок роботи з програмами Excel, MathCad, MathLab [3-5], що моделює комплексом ChemLab, призначеними для математичних обчислень і візуалізації числових даних, а також для вирішення завдань аналізу та синтезу хіміко-технологічних систем при проектуванні і управлінні складними хіміко-технологічними комплексами.

Предметом вивчення дисципліни “Комп’ютерні розрахунки в хімічній технології” є розрахункові завдання хімічної технології, що вимагають застосування сучасних комп’ютерних засобів, класи програмних систем, які можна використовувати для розробки моделей і розрахунку різних хіміко-технологічних процесів і хіміко-технологічних систем, в тому числі у виробництві продуктів харчування.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Комп’ютерні розрахунки в хімічній технології” є ознайомлення студентів із принципами, можливостями, особливостями сучасних засобів комп’ютерної математики, поглиблення знань з основних розділів вищої математики, здобуття навичок розв’язання задач лінійної алгебри, аналітичної геометрії, математичного аналізу з використанням прикладних програм Excel, MathCad, MathLab; формування уявлень про сучасні можливості комп’ютерного моделювання та навичок самостійного проведення теоретичних і експериментальних досліджень з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних та комп’ютерних технологій.

На початку вивчення дисципліни “Комп’ютерні розрахунки в хімічній технології” викладач знайомить студентів із вимогами освітньо-професійної програми (ОПП). Згідно програми на вивчення даної дисципліни відводиться 108 години / 3 кредити ECTS. У процесі її вивчення студенти повинні знати основні функції математичних програм Excel, MathCad, MathLab, та їх правила користування; прийоми роботи з програмним забезпеченням для моделювання хіміко-технологічних процесів; методи постановки задач оптимізації та програмного забезпечення для їх вирішення; теоретичні основи наближених обчислень, математичної обробки результатів експерименту, порівняння результатів експерименту, математичного моделювання; методологію розрахунків і побудови математичних моделей типових процесів хімічної технології, їх ідентифікацію з використанням експериментальних даних і вирішення задач оптимізації.

Також повинні уміти проводити обчислення, будувати графіки однієї та двох змінних; будувати параметрично задані криві на площині і двовимірні поверхні в тривимірному просторі; оперувати з векторам, матрицями, комплексними числами; знаходити корені рівнянь та систем лінійних, диференціальних рівнянь; обчислювати інтеграли, похідні, суми; інтерполювати, користуватися спеціальними функціями; знаходити екстремуми функцій; виконувати символні обчислення; користуватися операторами циклу, розгалуження на мові MathLab; програмувати в середовищах MathCad та MathLab; використовувати методи математичної статистики при обробці даних експерименту; застосовувати можливості систем Excel, MathCad, MathLab, для вирішення конкретних задач розрахунку, проектування, моделювання, ідентифікації та оптимізації процесів хімічної технології.

Систематичність та старанність у освоєнні основами дисципліни “Комп’ютерні розрахунки в хімічній технології” дозволить студентам

одержати навички у вирішенні конкретних завдань при моделюванні та оптимізації хіміко-технологічних процесів (ХТП); практичних розрахунків при дослідженні реальних хімічних процесів і об'єктів; роботи на сучасних комп'ютерах; практичного використання сучасних програмних засобів, офісних і програмних оболонок для здійснення інженерно-технологічних розрахунків.

Робоча програма цієї дисципліни складена відповідно до освітньо-професійною програми підготовки бакалаврів напряму “Хімічні технології та інженерія”, де на її вивчення відводиться 108 годин, з яких 34 години лекцій і 74 лабораторних занять.

З метою кращого засвоєння теоретичних основ дисципліни нами використовуються різні наочні посібники, технічні засоби навчання, комп'ютерна техніка, а саме презентації, виконані із застосуванням програми PowerPoint, електронні освітні ресурси в мережі Internet та ін.

Однак ситуація, що склалася з проблемою пандемії COVID-19, внесла свої корективи в навчальний процес як в Україні, так і в усьому світі. Заняття як лекційні, так і лабораторні проводили, в основному, за дистанційною формою у форматі відеоконференцій на базі платформ Cisco Webex, Zoom та ін. Причому, з презентаціями та відеороліками виступали не тільки викладачі, а й студенти, доповіді яких обговорювали всією групою, при необхідності доповнювали, вносили корективи і в подальшому використовували для кращого засвоєння матеріалу та виконання лабораторних робіт.

В рамках дисципліни при вивченні відповідної теми студенти виконують лабораторні роботи, що сприяє кращому засвоєнню теоретичного матеріалу і дає можливість студентам познайомитися з роботою в математичних, інженерних програмних середовищах та навчитися самостійно виконувати необхідні розрахунки.

Увесь курс розділено на два змістових модулі кожен з яких включає три теми. Перша тема “Вступ до дисципліни. Особливості використання пакету Microsoft Excel 2007” знайомить студентів із базовими функціями пакету Microsoft Excel 2007 у порівнянні з іншими його версіями для того, щоб студент умів використовувати для своєї роботи як базові пакети, так і його різні версії. Такий підхід є необхідним для виробничих умов, у яких може працювати майбутній спеціаліст. Під час виконання самої лабораторної роботи студент має можливість розв'язати хімічну задачу, використовуючи найнеобхідніший програмний продукт, та самостійно робити висновки про переваги і недоліки різних версій програми Excel при рішенні власної задачі, а також про точність і достовірність одержаних результатів.

Друга лабораторна робота “Розв'язування типових задач хімії та аналізу в середовищі пакету Mathcad” за темою “Особливості використання математичного пакету MathCad та його функціональні можливості” передбачає не просто вивчення її та використання для розв'язку задачі, але у висновках студент має змогу порівняти як переваги самої програми MathCad

у різних її версіях, так і зробити порівняльний аналіз із уже вивченими версіями Excel.

Таким чином, одержаний результат розв'язку хімічної задачі привчає студента не тільки проводити звичайні розрахунки за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення, але і самостійно робити порівняльний аналіз та вибір найбільш коректного програмного пакету, враховуючи також суть і фізико-хімічні властивості технологічного процесу, які відбуваються на базі хімічних реакцій.

Такий практичний досвід стає у нагоді студентові під час проходження ним переддипломної та виробничої практики на одному із підприємств хімічної, харчової чи косметичної промисловості. Адже як державні, так і приватні виробники харчової продукції та косметичних засобів зацікавлені в одержанні висококваліфікованих кадрів, які після завершення навчання у ВНЗ зможуть працювати на виробництві із сучасними технологіями та удосконалювати їх.

Третя тема “Обробка експериментальних даних в середовищі пакету Excel і MathCad та побудова графіків” є підсумковою і дозволяє викладачу, в залежності від щорічних пропозицій студентів, пропонувати нові і цікаві задачі, які можуть бути частиною їхньої наукової роботи, курсової чи бакалаврської роботи, або частиною магістерської роботи. Саме у третій лабораторній роботі студент має змогу не тільки одержати числовий результат, але і зобразити його наочно, у вигляді графіка. Безпосереднє графічне представлення результату досить часто є наглядним і показовим результатом самої експериментальної частини роботи, що дозволяє зробити висновки і про хід проходження хімічного процесу чи хімічної реакції. Висновки у третій лабораторній роботі є більш повними, проаналізованими та ґрунтовнішими, оскільки, базуються на знаннях та практичних навичках одержаних при виконанні попередніх лабораторних робіт.

Отже, такий комплексний підхід при вивченні дисципліни “Комп'ютерні розрахунки в хімічній технології” надає певні переваги як викладачеві, так і студентові. Адже, викладач має можливість охопити більш ширше коло хімічних задач за тематикою як індивідуально, для окремого студента, так і узагальнено для групи студентів. Враховуючи зміни, продиктовані сучасним розвитком хімічної технології, розвиток комп'ютерного забезпечення із новими і більш сучасними програмними пакетами є невід'ємною частиною будь-якої технології харчових виробництв чи косметичних засобів. Тому освоєння дисципліни “Комп'ютерні розрахунки в хімічній технології” для студента відкриває нові можливості у вивченні сучасного програмного забезпечення та вмінні проводити аналіз і вибір необхідного програмного продукту для правильної обробки результатів експериментальних досліджень. Відкриваються здібності студента вчитися, аналізувати та робити правильні висновки щодо розумного і якісного вибору того чи іншого комп'ютерного програмного забезпечення, інформаційно-комунікаційних технологій.

Висновки

1. На прикладі дисципліни “Комп’ютерні розрахунки в хімічній технології” виконано аналіз досвіду викладання хімічних дисциплін з використанням комп’ютерних програм та інформаційно-комунікаційних технологій.

2. Показано перспективність виконання інформаційно-комунікаційних технологій для удосконалення навчального процесу в умовах різних форми навчання.

Посилання

1. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография / Под редакцией: Б. Дендева – М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2013. – 320 с.
2. Яковлев А.И. Информационно-коммуникационные технологии в дистанционном обучении: Доклад на круглом столе “ИКТ в дистанционном образовании”. – М.: МИА, 1999. – 14 с.
3. Дубинін, А. І. Використання пакета MathCAD у хімічній інженерії: Навч. посіб. Серія "Дистанційне навчання" / А. І. Дубинін. — Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2010. — 240 с.
4. Зиятдинов, Н. Н. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Н. Н. Зиятдинов, Т. В. Лаптева, Д. А. Рыжов. — Казань: Казан. гос. технол. ун-т., 2008. — 160 с.
5. Расчёт и оптимизация процессов и аппаратов химических и пищевых производств в среде MatLab: учеб. пособие / Д. С. Дворецкий, А. А. Ермаков, Е. В. Пешкова; под ред. Д. С. Дворецкого. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. — 80 с.

ORGANIZATION AND STRUCTURE OF THE UNIVERSITY PATENT INFORMATION CENTRES AND THEIR ROLE IN THE PROTECTION OF THE INTELLECTUAL PROPERTY

Assoc. Prof., PhD Beaneeta Vasileva

*Head of the Centre of Intellectual Property at the Technical University of Varna,
and PATLIB Centre at the European Patent Office*

Technical University of Varna, Bulgaria

Introduction

Knowledge and effective use of intellectual property in all spheres of the national economy is a key factor for achieving technological renewal and sustainable economic development to ensure higher competitiveness of any economic development, to occupy good competitive position on the economic market. Today, any strategic management of business entity is associated with the effective use, management and protection of intellectual property. Companies have for a long time been considering how to keep and

protect the rights on tangible assets as they are considered the most important asset amongst the other in the company. Until some 20 years ago intangible assets compared to tangible assets represented some 30% of the value of the enterprise in the manufacturing sector. Today intangible assets value comprises much more of the value of any enterprise. At the same time, however, there is lack of a conscious policy for teaching in this direction in universities and secondary schools. Future engineers and other professional are not trained on how to use, protect and manage the intellectual product they create in the form of a computer programme, database, invention, utility models, new plant varieties, how to start their own business or start-up or start-off formations. Another worrying fact is that doctoral dissertations do not end with an application for patent or registration of utility model. Most of the universities and higher education institutions in Bulgaria do not fully use the intellectual property created by them and by the investments made in research and development. In the common practice for the universities they publish the research results and make them available to the public never mind there might be substantial innovative value which might be an object for protection in the Patent Office. Today it is considered to be quite incompatible with the modern market trends, to protect the rights of inventions and to keep business confident that it has protected its positions on the economic market and kept its positions on the competitive scale. It is also worrying that the intellectual property in universities is not valued or capitalized, it does not serve as a real tool for economic growth.

The Objective

The objective of the present paper is to discuss the necessity for the establishment of patent information centres in the universities and to explain the basic functions and organizations of these departments.

In the process of amendments and changes of the Bulgarian legislation in the field of higher education, there have been several important dates of amendments, which are supposed to mark the beginning of the new policy regarding the awareness and training in rights of intellectual property.

Thus in 2016 for the first time the legal act which regulates the public relations in science and higher education, accepted provisions which provided ability for creation and protection of intellectual property, including regulations on the structure for realization of the results of scientific research and other objects of intellectual property, as well as for training of students and teachers on protection of intellectual property. With this the term “intellectual property” was used for the first time in the Higher Education act. Even more, the implementation of system for training and studies on the protection of intellectual property, was stipulated as an obligatory criterion for the sake that any higher education institution to be considered as such.

The abovementioned amendments in the Higher Education Act, have been encouraged by a Recommendation of the European Commission from 2008 (2008/416/EC) on the protection of the intellectual property (IP) and on activities of technology and knowledge transfer and a code of good practices for universities and other public scientific organizations [4].

The newest act of the Bulgarian government is the published on 8th January and promulgated in State Gazette Strategy for the development of higher education in the Republic of Bulgaria, for the period of 2021 – 2030. (The Strategy) [3] The main achievements of the Strategy [3] is that it makes a thorough critical analysis on the entire

educational environment and the state of the higher education system, and on its base, establishes guiding principles for the preparation and implementation of the new measures of the Strategy [3]. It also defines concrete activities with the goal to achieve the set targets in due period.

Set of Measures

Considering the main goal of the Strategy [3], and its implementation, quite a lot of decisions towards improvement of the scientific and educational environment, have been mapped out. This was done with the medium of different set of measures. Amongst the most important one is strengthening the connection between business and state-funded academic organizations. For a long period of time this connection has been disrupted and universities were involved in creating persons with diplomas which do not make them capable to occupy positions which correspond to the qualification characteristics the specialty stated it provides. This is still an immense issue, and the pandemic situation did not work in the direction of its improvement. The demographic problems themselves were not in harmony with the idea of strengthening the quality of education. On the contrary – the governmental policy of providing financing for the universities was for a long time, more than a decade, based on the number of students or doctoral students which were enrolled in the university. This disproportional and absolutely inadmissible strategy provided for the creation and development of people with diplomas, but void of ability and knowledge. This had as a resulted that business could not actually rely on universities to prepare specialists and experts for their business activities. Thus the analysis in the Strategy [3] which is very critical indemnifies for the future perspectives of the set of measures which are to act for the next decade until 2030.

The new set of measures include effective use of the results of state-funded research and scientific activities together which would educate entrepreneurial culture amongst students and teachers in the universities. The measures should incorporate modern, flexible and effective forms of training (measure 2.1.3, of the Strategy) [3].

It is also imperative for updating the curricula and programs for independent creative expression of students for critical analysis of a given problem (measure 2.1.4, of the Strategy [3]). Students' knowledge and skills assessing should not be on the basis of reproducing what is memorized, but through skills for debating, conducting scientific experiments or theoretical modelling or solving real problems (measure 2.1.5, of the Strategy [3]).

All about competitiveness amongst universities and scientific organization need to introduce in the first year of post-secondary education of a compulsory course in scientific ethics, which explains the problems of academic plagiarism and the fight against it, the requirements for correct citation of sources of information, the basic principles in creating and protecting intellectual property, and other related issues (measure 2.1.6, of the Strategy [3]). All academic curricula should include education in innovation, entrepreneurship and intellectual property (except for some specific professional fields such as theology and philosophy) according to the specifics of the professional field and the educational degree. (measure 7.3.3, of the Strategy [3])

Amongst the further measures is creation and providing resources in the Higher Education of a system for creation and protection of intellectual property, including regulations and structure for realization of the results of scientific research and other objects of intellectual property, as well as for training of students and teachers on protection of intellectual property (measure 7.3.7, of the Strategy [3]). That would be

provided by establishment of technology transfer offices to support expertly and methodically the activities related to the protection and economic realization of intellectual property created as a result of research in universities and research organizations (measure 7.3.8, of the Strategy [3]). As a result of several amendments in the Bulgarian legislation a few changes have been made in the Higher Education Act [1], which also gave way to a Regulation № 61/02.04.2020 [8]. The changes in Bulgarian legislation gave way to changes in the internal normative acts of University which were in the spirit of included training courses in innovation, intellectual property protection and entrepreneurship in 80% of academic curricula; established and functioning of companies at the university, which commercialize scientific ideas and innovations in practice.

Article 6 of the Higher Education Act [1] determines what is the legal definition of a higher education institution: "The higher school can develop research and produce, artistic, sports and health activities in accordance with its specifics, as well as and economic activity related to the main activity of the higher school and the realization of the research results and other objects of intellectual property". Article 30 of the same act assures the organs which would manage the established commercial companies in the universities: "The Academic Council is a body for management of the educational and scientific activity of the higher school which: takes take a decision to associate with other persons, as well as for the establishment of commercial companies for the purposes of economic realization of results from scientific research and objects of the intellectual under conditions of art. 21, para 1, item 15 and art. 90, para 3, item 4 and para 9 of the HEA and by order, determined by an act of the Council of Ministers.

But the most important of all the regulation comes the one which was issued on the 2nd April 2020, Resolution №61 of the Council of Ministers. Its basic subject is to establish rules for the conditions and the order the economic realization of the results of scientific researches and objects of the intellectual property, for the establishment of commercial legal entities in the form of commercial companies and the management bodies of the commercial companies [8].

Legal Organization and Subject of Activity which could be established by the universities are just two types of the regulated by the Commerce Act [2] in Bulgaria legal entities: limited liability companies and joint stock companies. The subject of their activity can be only sales of results of scientific researches, concluding licensing transactions, marketing, advertising and information activities for intellectual property (IP), IP consulting and legal protection services, research and creation of databases for potential users, etc.

Regulation of the IP in the TU – Varna and the establishment of the Patent Information Centre – Centre of the Management of the Intellectual Property of the Technical University of Varna:

As part of the requirements of the Higher Education Act [1], each university to establish a system of protection of IP, including an internal regulation, Technical University of Varna which defines the rights and obligations of the University, professors, students, doctoral students, postgraduates, employees, as well as relations with those persons with whom the University has a contractual relationship in relation to intellectual property created as a result of activities arising from labor or other legal relations, as well as the procedure for protection and use of intellectual property objects over which rights have been acquired in another way.

Main Sections of the Regulation of IP of the Technical University of Varna:

- a) General Provisions;
- b) Basic goals and principles;
- c) Range of Application;
- d) Property Rights;
- e) Trade secrets;
- f) Procedure for notification of an official invention;
- g) Procedure for acquisition and protection of IP;
- h) Licensing activity.
- i) Distribution of shares, profits and losses.
- j) Copyright infringement;
- k) Free use of copyright without the consent of the author;
- l) Lectures, educational documentation, textbooks
- m) Rights on dissertations;
- n) Design rights;
- o) Computer programs;
- p) Assignment rights by external users;
- q) Database rights created by teachers or students;
- r) Rights on results from research projects.

The Centre of Management of the IP of the Technical University of Varna and Member of the PATLIB Network of the European Patent Office

On the 31st May the TU – Varna Patent information Centre has been accepted as a member of the EPO Network of Patlib Centres. The approving process started in November 2020 with on line sessions for training and testing the readiness to be a member of the big EPO family. The membership would build conditions for cooperation with universities in the country and abroad in the field of intellectual property protection. It will contribute not only to raise the popularity and reputation of the University, but also to facilitate the connection between the university and business, with specialists and experts in various fields of science, for dissemination of information for licensing readiness of the creative achievements of science at TU-Varna, for advisory activity regarding patentability, registration, commercialization and protection of infringed IP rights. Another substantial and important role of the Centre is to provide services to conclude remunerative contracts for management of patents and other intellectual property rights for third parties for TU - Varna.

Services

The services which would be provided by the Centre of the Technical University is as follows:

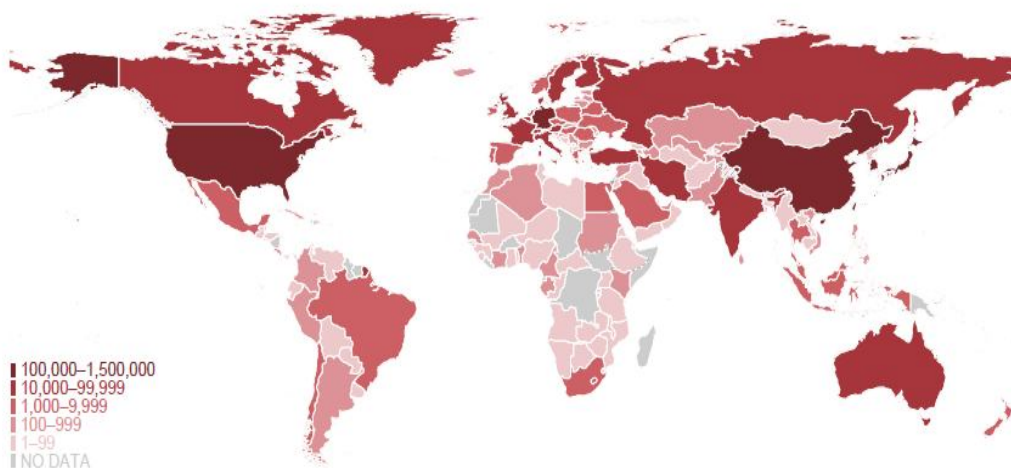
- a) Information services on patent filing in the home country;
- b) Information on patent procedure and patent searching;
- c) Basic search services;
- d) Information on trade marks, design or geographical indications;
- e) Information on copyright;
- f) Information on non-disclosure or confidentiality agreements;
- g) Information for funding for innovation/IP protection;
- h) Information on what to do in case of potential infringement;

- i) Information on EPO and PCT patent filing strategy;
- j) Patent search services;
- k) IP pre-diagnosis services;
- l) Lecturing services;
- m) Training on IP;
- n) Advanced search services;
- o) Technology and competitor watch services;
- p) Guidance on patent policy and strategy creation for the entity;
- q) License agreements and commercialization of IP and technology transfer;
- r) Public IP events and seminars;
- s) Patent clinic and mediation for settlements of disputes
- t) Information and Services in a Business Context;
- u) Services on the assessment of the economic potential of an innovation;
- v) Patent valuation/patent evaluation;
- w) Guidance on patent commercialization transfer of technology;
- x) Identity search contract.

Within the aspect of the discussion and the reason that the academic institutions need to provide the leading activity together with the business in the process of innovative activities and research, recent statistics from sources of the World Intellectual Property Organization illustrates the patent activity by origin.

Patent applications and grants by origin

A17. Equivalent patent applications by origin, 2019



Source: World Intellectual Property Indicator, 2020, WIPO

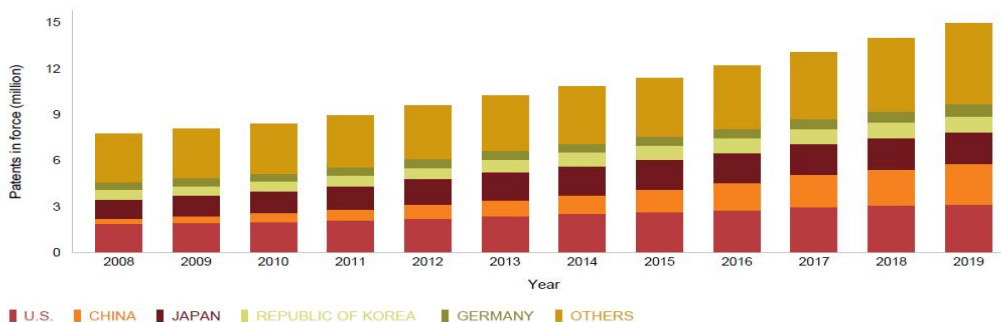
The next figure indicates the patents in force, and it is of no surprise that China's growing economic expansion is illustrated by the patents which are registered and protecting the competitiveness of its economy.

The patent activity of the countries is closely connected with their innovation performance. On the territory of the European Union it is illustrated by the following figure, which source of information is the European Innovation Scoreboard of 2020. [5]

Patents in Force Worldwide

Patents in force

A39. Trend in patents in force worldwide, 2008–2019



Source: World Intellectual Property Indicator, 2020, WIPO

Where is Bulgaria amongst the several active patent applicants is illustrated on the next table.

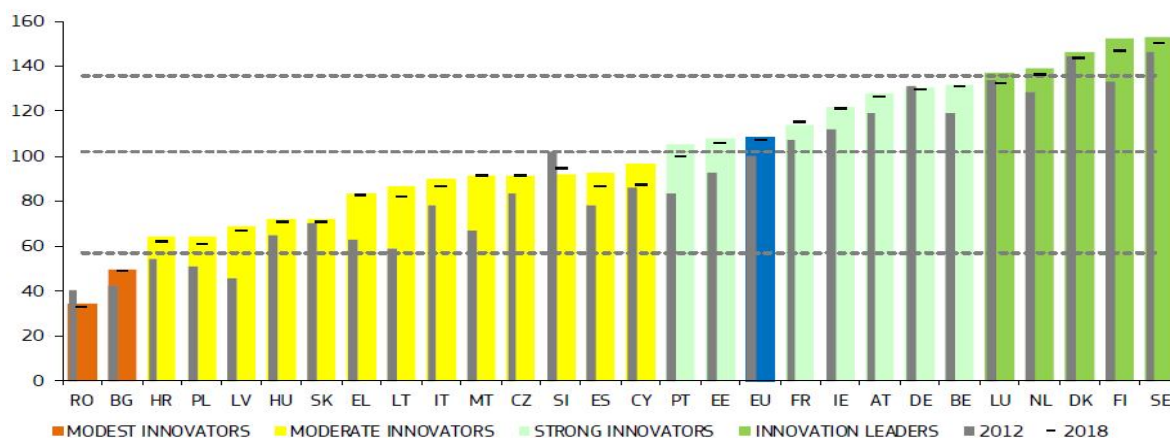
Overview of Ranking IP Filing Activity

COUNTRY	PATENTS	TRADE MARKS	DESIGNS
BULGARIA	59	43	36
ROMANIA	46	41	48
GREECE	47	80	47
TURKEY	22	11	7
GERMANY	5	4	2
JAPAN	3	3	8
USA	2	2	4
CHINA	1	1	1

Source: World Intellectual Property Indicator, 2020, WIPO

Innovation Performance of EU Member States

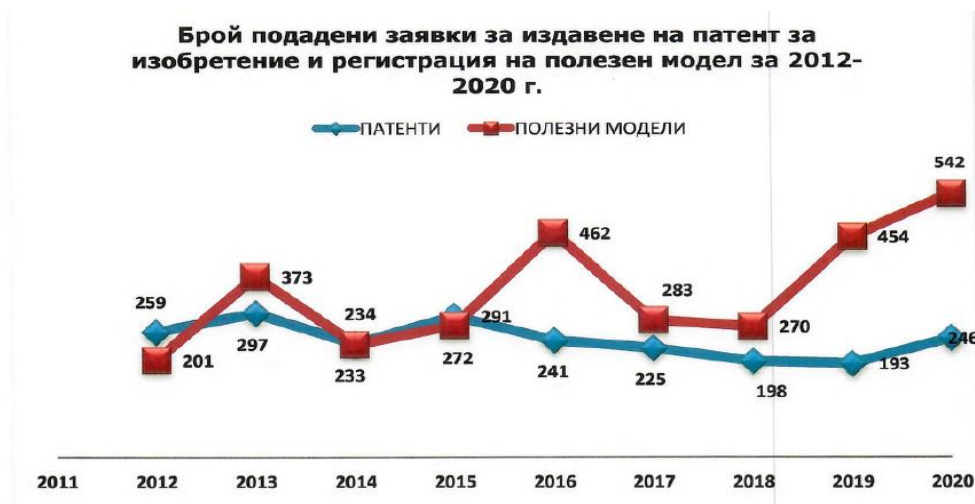
Figure 3: Performance of EU Member States' innovation systems



Source: European Innovation Scoreboard for 2020.

And after the clear awareness where Bulgaria stands amongst the tiger economies in the world and the EU, here is a figure to provide illustration of the activity of patent and utility model application in Bulgarian Patent Office. The scheme is taken from the Annual Report of the Bulgarian Patent Office for 2020. [6] The blue line characterizes the patent applications, and the red line – the utility model applications. It is clear and obvious that utility models prevail, probably for the shorter period for providing the registration and the easier and accessible way for the registration.

Number of Application and Registered Utility Models 2012-2020



Source: Annual Report BPO, 2020

The next figure shows the activity, both of patent application activity and utility model activity for a period of about a decade, from 2012 until 2020. The source of the diagram is the Annual report of the Bulgarian Patent Office for 2020 [6].

National Patents In Force for Inventions and Utility Models 2012-20

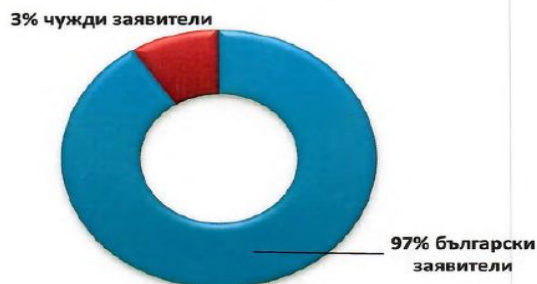


Source: Annual Report BPO, 2020

Application by the nationality of the applicants is the next figure with source of the Annual Report of the Bulgarian Patent office for 2020 [6]. It simply indicated that the majority of the applicants is mainly Bulgarian companies or inventors.

Applications by Nationality of the Applicant

Заявки за изобретения през 2020 г.

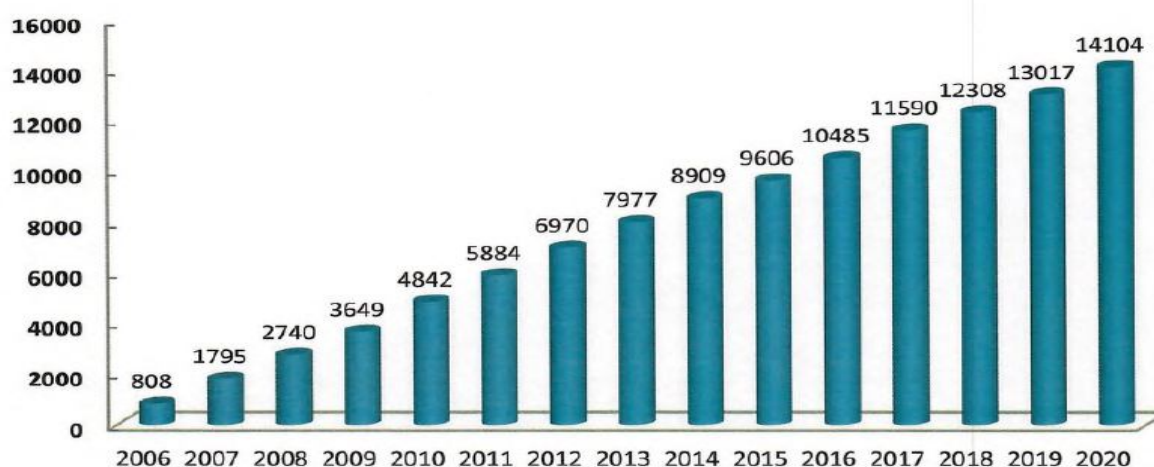


Source: Annual Report BPO, 2020

Regarding the patents in force which are active on the territory of Bulgaria and registered by applicants from the EU, shows that the activity for the illustrated period 2006-2020 is definitely raising and now there are more than 14 000 patents in force protecting intellectual property rights of applicants from the EU.

EU Patents on Bulgarian Territory

Действащи на територията на РБ европейски патенти за периода 2006 -2020 г.



Source: Annual Report BPO, 2020

The application for a patent is provided on the base of its position in the different patent classifications, one of which is the World Patent Classification [9]. In the Annual Report of the Bulgarian Patent office for 2020 [6] the diagram illustrates a simple picture of what are the parts by most popular. In blue is machine engineering, which is 33 % of all the applications; in red colour is electronics and electrical engineering which is 40 % of all the applications for 2020 in the Bulgarian Patent Office. Finally in green is the field of chemistry and biotechnology where the part is 27 % out of all the applications for 2020. The year 2020 was marked also by the Covid -19 pandemic situations and due to it the percentage in the field of chemistry is substantial compared to previous years.

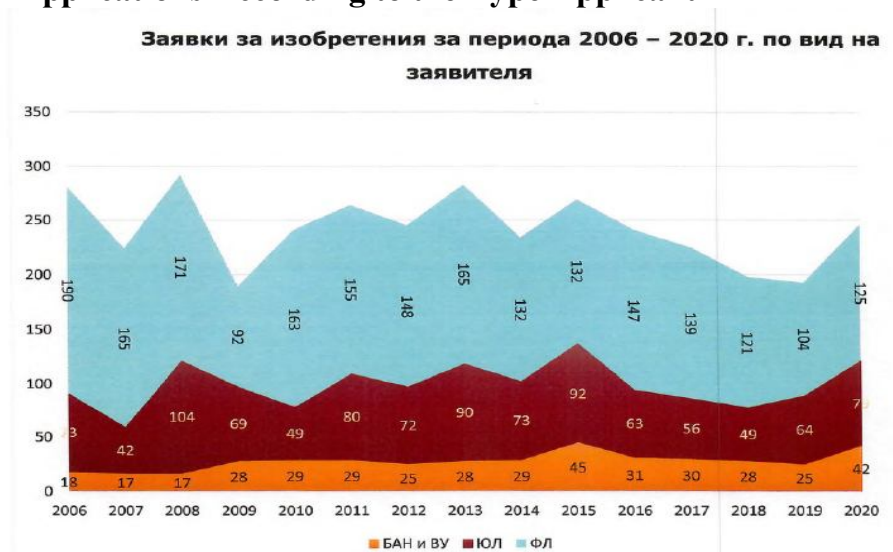
Application by Technical



Source: Annual Report BPO, 2020

The final illustration of this paper is the part which business, individuals or academic institution take according to the patent activity. The diagram shows the activity for over a decade from 2006 until 2020.

Applications According to the Type Applicant



Source: Annual Report BPO, 2020

Conclusion

The core in solving the problem in transforming the academic institutions and the universities into attractive centres for innovation and research is on governmental level IP to be identified as national priority, the adoption of relevant legal framework for commercialization of university IP to be accepted and new curricular in all academic organizations to be implemented. It is of huge importance that students, administrative personnel and lecturers to raise their awareness of IP and the legal way of its protection. There should be very close cooperation with business in the development of innovations by universities, promotion entrepreneurship in universities among students and researchers, creation of start-ups in the form of commercial companies for the realization, and transfer of innovation and knowledge in practice.

References

1. Higher Education Act, promulgated in State Gazette on 27 December 1995.
2. Commerce Act, promulgated in State Gazette 18 June 1991 and in force on 1 July 1991.
3. Strategy for the Development of the Education of Bulgaria for the period of 2021-2030, found at: <https://parliament.bg/pub/cW/20201127110447Strategia%20za%20visheto%20obrazovanie.pdf>, accessed on 8 May, 2021.
4. Commission Recommendation of 10 April 2008 on the management of intellectual property in knowledge transfer activities and Code of Practice for universities and other public research organisations (notified under document number C(2008) 1329) (Text with EEA relevance), found at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008H0416>, accessed on 8 May 2021.
5. European Innovation Scoreboard 2020, ET-AY-20-002-EN-N%20Online.pdf.
6. Annual Report of the Bulgarian Patent Office 2020, 836-Godishen-otchetPVza2020.pdf.
7. World Intellectual Property Indicators, 2020, wipo_pub_941_2020.pdf.
8. Regulation 61/02.04.2020 for the terms and conditions for the establishment of commercial companies by the state-funded academic organization for the economic realization of the scientific results and researches and objects of intellectual property.
9. <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>

Contacts:

Assoc.Prof. Beaneta Vasileva, PhD in Law
Head of the Centre of Intellectual Property at the Technical University of Varna,
and PATLIB Centre at the European Patent Office
Email: b.vasileva@tu-varna.bg; betina_law@hotmail.com
Tel: +359895527778

ОБ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОДНОГО СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

*Доц., канд. физ.-мат. наук Ю.Н. Головкин, доц., канд. техн. наук Д.В. Клименко
Национальный технический университет «Днепропетровская политехника»
г. Днепр, Украина*

Добыча угля подземным способом характеризуется высоким уровнем опасности. Особую опасность представляют газодинамические явления (ГДЯ), внезапность высокоэнергетичных проявлений которых часто приводит к экономическим потерям, травматизму работников, а иногда и к человеческим жертвам. Прогноз ГДЯ, точнее прогнозирование возможности продолжения работы в условиях потенциальной опасности [1], крайне желательно выполнять непрерывно. Такому требованию в наиболее полной мере отвечают сейсмоакустические методы.

Отраслевой стандарт [2] определяет следующие три сейсмоакустических метода прогноза выбросоопасности: по акустической эмиссии горного массива, по параметрам акустического сигнала, по амплитудно-частотным характеристикам акустического сигнала. Критериальные соотношения последних

дух методов вычисляются по спектральным характеристикам регистрируемых сигналов. Несколько упрощая, можно утверждать, что оба эти метода в качестве контролируемой величины (K_B) используют отношения интенсивностей высокочастотных (A_B) и низкочастотных (A_H) составляющих акустических сигналов генерированных породоразрушающими механизмами: $K_B = \frac{A_B}{A_H}$.

Состояние выработки считается опасным в смысле повышенной вероятности выброса, если K_B превышает некоторое критическое значение.

До настоящего времени нет общепринятого понимания природы и механизма большинства газодинамических явлений. Поэтому основой формирования критериальных параметров являются результаты наблюдений, а пояснения смысла этих параметров, как правило, носят вторичный вспомогательный характер. В то же время эффективность использования данных методов не является удовлетворительной. Наиболее часто имеют место ошибки I-го рода («ложная тревога», при нулевой гипотезе – «безопасно»), что косвенно свидетельствует о недопонимании причин изменения наблюдаемой величины.

Изменение спектральных характеристик акустических сигналов при изменении состояния пород около выработанного пространства отмечалось многими исследователями, но использование указанного отношения в качестве прогностического показателя ГДЯ было впервые предложено в работе [3]. Объяснение физического содержания показателя было следующим. Выбросу предшествует повышение напряжений в окрестности выработки. При повышении напряжений в горных породах наиболее существенно уменьшаются коэффициенты поглощения для высокочастотных волновых составляющих и, следовательно, увеличение K_B свидетельствует о росте напряжений на пути распространения колебаний от источника (работающего механизма) к сейсмоприёмнику (геофону). Превышение K_B некоторого значения сигнализирует о таком изменении напряжённого состояния, при котором напряжённая порода в окрестности выработки может перейти в неустойчивое состояние. Данная трактовка прогностического показателя остаётся наиболее распространённой. В отдельных работах, например [4, 5], даже принимается однозначная монотонная зависимость между K_B и напряжениями в зоне действия источника колебаний. Хотя затухание в породе действительно растёт с ростом давления в большей степени для высокочастотных составляющих, можно указать и на иные причины изменения величины K_B [6]. В данной статье рассматривается влияние на данный прогностический показатель изменений условий на контакте между геофоном и горной породой, то есть локальных условий в окрестности установленного геофона.

Будем рассматривать только механическую часть сейсмоприёмника, полагая, что относительные кинематические характеристики инерционной массы устройства идеально преобразовываются в регистрируемый электрический сигнал.

Система уравнений, описывающая динамику геофона, имеет вид:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2W_0 \Lambda \frac{dy}{dt} + W_0^2 y - 2\mu \lambda \frac{dx}{dt} - \mu x = -\frac{d^2 \xi}{dt^2}, \quad (1)$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{d^2 x}{dt^2} + 2\lambda \frac{dx}{dt} + x = -\frac{d^2 \xi}{dt^2}. \quad (2)$$

где $x = x(t)$ – перемещение инерционного элемента относительно корпуса;
 $y = y(t)$ – перемещение корпуса относительно породы; $\xi = \xi(t)$ – перемещение породы относительно инерциальной системы отсчёта;

$$W_0 = \frac{\Omega_0}{\omega_0}, \quad \mu = \frac{m}{M}, \quad \lambda = \frac{\alpha}{2m\omega_0}, \quad \Lambda = \frac{A}{2M\Omega_0}, \quad \omega_0^2 = \frac{k}{m}, \quad \Omega_0^2 = \frac{K}{M},$$

M, m – массы корпуса и инерционного элемента; K, A – коэффициенты жёсткости и вязкости контакта корпус-порода; k, α – коэффициенты жёсткости и вязкости упругого элемента геофона; x, y, ξ – безразмерные величины, масштаб – максимум перемещения породы относительно инерциальной системы отсчёта; t – безразмерная величина, масштаб – $\frac{1}{\omega_0}$. Начальные условия:

$y(0) = y_0, \quad y'(0) = y'_0, \quad x(0) = x_0, \quad x'(0) = x'_0$. Параметры, определяющие решение: $\mu, \lambda, \Lambda, W_0$ и зависимость $\xi(t)$.

Решение поставленной задачи в изображениях:

$$X(p) = \frac{-(W_0^2 + 2\Lambda p)F + x_0 p^3 + (x'_0 + 2b_0 x_0)p^2 + (W_0^2 a_0 + 2\Lambda a_1)p + W_0^2 a_1}{(W_0^2 + p^2 + 2\Lambda p)(p^2 + 2\lambda p + 1) + (\mu + 2\mu\lambda p)p^2}, \quad (3)$$

где $X = X(p), Y = Y(p), F = F(p)$ – изображения Лапласа функций $x(t), y(t), \frac{d^2 \xi}{dt^2}$ соответственно; p – комплексная переменная;

$$a_0 = x_0 + y_0; \quad a_1 = x'_0 + y'_0 + 2\lambda x_0; \quad b_0 = \Lambda + \lambda(\mu + 1).$$

Далее, принимая $\frac{d^2 \xi}{dt^2} = \delta_1(t)$, где $\delta_1(t)$ – единичная импульсная функция Дирака, и, полагая, соответственно, $F = 1$, начальные условия нулевыми, из (3) получаем передаточную функцию $X(p)$ для реакции механической системы геофона в виде смещения x на внешнее ускорение $\frac{d^2 \xi}{dt^2}$ (вход – ускорение, выход – перемещение):

$$X(p) = \frac{-(W_0^2 + 2\Lambda p)}{(W_0^2 + p^2 + 2\Lambda p)(p^2 + 2\lambda p + 1) + (\mu + 2\mu\lambda p)p^2} \quad (4)$$

Полагая в (4) $p = iW$, получаем частотную характеристику:

$$X(W) = \frac{W_0^2 + i2\Lambda W}{-W^4 + S_1 W^2 - W_0^2 + i2W(S_2 W^2 - S_3)} \quad (5)$$

где $S_1 = S_1(W_0, \mu, \Lambda, \lambda) = W_0^2 + 4\Lambda\lambda + \mu + 1$, $S_2 = S_2(W_0, \mu, \Lambda, \lambda) = \Lambda + (\mu + 1)\lambda$, $S_3 = S_3(W_0, \mu, \Lambda, \lambda) = \lambda W_0^2 + \Lambda$, W – безразмерная частота (масштаб – ω_0).

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) будет:

$$|X(W)| = \frac{\sqrt{W_0^4 + 4\Lambda^2 W^2}}{\sqrt{(W^4 - S_1 W^2 + W_0^2)^2 + 4W^2(S_2 W^2 - S_3)^2}} \quad (6)$$

При использовании электродинамических датчиков (послерезонансный режим) выходной сигнал пропорционален скорости деформации механической системы геофона $\frac{dx}{dt}$, и в качестве входного сигнала

целесообразно рассматривать скорость задающего воздействия $\frac{d\xi}{dt}$. В этом случае частотную характеристику $V(W)$ и её модуль $|V(W)|$ (вход – скорость, выход – скорость) получаем, используя (5) и (6), продифференцировав и проинтегрировав Фурье-изображения $x(t)$ и $\frac{d^2\xi}{dt^2}$ соответственно:

$$V(W) = \frac{iW \cdot X(W)}{\frac{1}{iW}} = -W^2 \cdot X(W);$$

$$|V(W)| = W^2 \cdot |X(W)|.$$

Импульсную переходную функцию $h(t)$ можно найти как обратное преобразование передаточной функции $H(p)$. В соответствии со второй теоремой разложения и замечая, что коэффициенты многочленов числителя и знаменателя (4) являются действительными числами:

$$h(t) = \sum_{p_k} \frac{C_H(p_k)}{Z'_H(p_k)} e^{p_k t} + 2 \operatorname{Re} \sum_{q_k} \frac{C_H(q_k)}{Z'_H(q_k)} e^{q_k t},$$

где $Z_H(p) = (W_0^2 + p^2 + 2\Lambda p)(p^2 + 2\lambda p + 1) + (\mu + 2\mu\lambda p)p^2$

и $C_H(p) = -(W_0^2 + 2\Lambda p)$ – знаменатель и числитель $H(p)$; p_k – все действительные корни $Z_H(p)$, q_k – все комплексные корни $Z_H(p)$ с положительными мнимыми частями.

Аналогично, для слагаемых из (3), зависящих от начальных условий, находим функцию $h_0(t) = \sum_{p_k} \frac{C_{H0}(p_k)}{Z'_H(p_k)} e^{p_k t} + 2 \operatorname{Re} \sum_{q_k} \frac{C_{H0}(q_k)}{Z'_H(q_k)} e^{q_k t}$,

где $C_{H0}(p) = x_0 p^3 + (x'_0 + 2b_0 x_0) p^2 + (W_0^2 a_0 + 2\Lambda a_1) p + W_0^2 a_1$.

Теперь, исходя из решения в изображениях (3), решение $x(t)$ системы (1,2) с учётом начальных условий при произвольной функции $\frac{d^2\xi}{dt^2} = \xi''(t)$, можно представить в виде суммы $h_0(\tau)$ и свёртки функций $h(\tau)$ и $\xi''(t)$: $x(t) = \int_0^t h(\tau)\xi''(t-\tau)d\tau + h_0(t)$. При воздействии в виде $\frac{d\xi}{dt} = \xi'(t)$ или $\xi(t)$ соответственно:

$$x(t) = \int_0^t h'(\tau)\xi'(t-\tau)d\tau - h(t)\xi'(0) + h_0(t),$$

$$x(t) = \int_0^t h''(\tau)\xi(t-\tau)d\tau - h(t)\xi'(0) - h'(t)\xi(0) + h'(0)\xi(t) + h_0(t).$$

При послерезонансном режиме работы датчика, связь между скоростью возбуждающего воздействия $\frac{d\xi}{dt} = \xi'(t)$ и скоростью перемещения инерционной массы относительно корпуса $\frac{dx}{dt}$ будет:

$$\frac{dx}{dt}(t) = \int_0^t h''(t-\tau)\xi'(\tau)d\tau - h'(t)\xi'(0) + h'_0(t) \quad (7)$$

Выполним некоторые расчёты по приведенным выражениям для сейсмоприёмника, работающего в послерезонансном режиме. Именно в таком режиме работают электродинамические геофоны (велосиметры) с использованием которых и было получено большинство экспериментальных данных, обосновывающих применение прогностического показателя K_B .

При неограниченном увеличении жёсткости контакта геофон-порода ($W_0 \rightarrow \infty$) из (6), (7) получаем: $|V(W)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{W^4} + \frac{2(2\lambda^2 - 1)}{W^2}}}$. Данное

выражение совпадает с формулой для одномассового осциллятора. Такое же соотношение будет получено из (6), (7) при неограниченном увеличении вязкости на контакте ($\Lambda \rightarrow \infty$). Проблема, однако, состоит в том, что значения W_0 и Λ далеки от неограниченно больших значений и, как правило, трудно предсказуемы.

Далее при расчётах выбрано $\mu = 0.1$, $\lambda = 0.7$. Данные значения типичны для шахтных геофонов. Сравнительно малое значение μ объясняется требованием обеспечить достаточную жёсткость и искробезопасность конструкции. Уровень демпфирования $\lambda = 0.7$ является оптимальным и в электродинамических велосиметрах практически всегда достигается шунтированием индукционной катушки активным сопротивлением. Верхняя граница частотного диапазона велосиметров обычно не более, чем в 50 раз

превосходит собственную частоту инерционной системы датчика, что в силу принятого масштаба ограничивает рассматриваемые далее значения частоты $W < 50$. На рис. 1 приведены АЧХ для различных значений W_0 . При увеличении жёсткости установки второй экстремум перемещается в сторону увеличения частоты, максимальное значение АЧХ при этом изменяется незначительно. При $W > W_0$ наблюдается резкий спад АЧХ, подобный спаду формируемому фильтром низкой частоты. Из приведенных зависимостей следует, что изменение жёсткости на контакте геофон-порода может приводить к существенному изменению спектрального состава регистрируемого сигнала при одном и том же колебании породы в точке установки геофона.

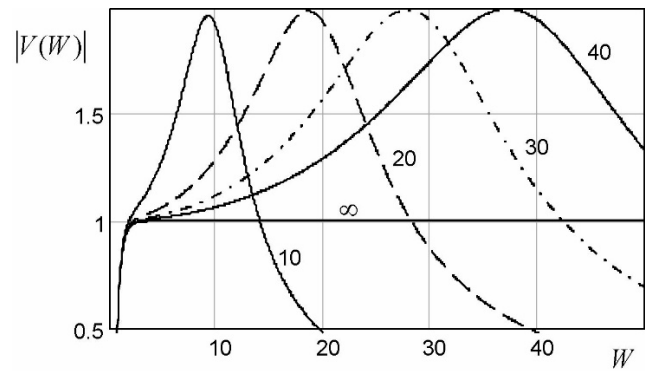


Рисунок 1 – АЧХ велосиметра при разной жёсткости на контакте с породой
Числа возле кривых – значения W_0 .

$$\mu = 0.1; \lambda = 0.7; \Lambda = 0.3$$

В качестве примера на рис.2 показаны рассчитанные по (7) зависимости относительной скорости инерционной массы геофона при разной жёсткости на контакте с породой. Внешнее воздействие $\xi'(t)$ задавалось в виде суммы трёх синусоид с единичными амплитудами: $\xi'(t) = \cos(5t) + \cos(12.5t + \pi) + \cos(20t)$.

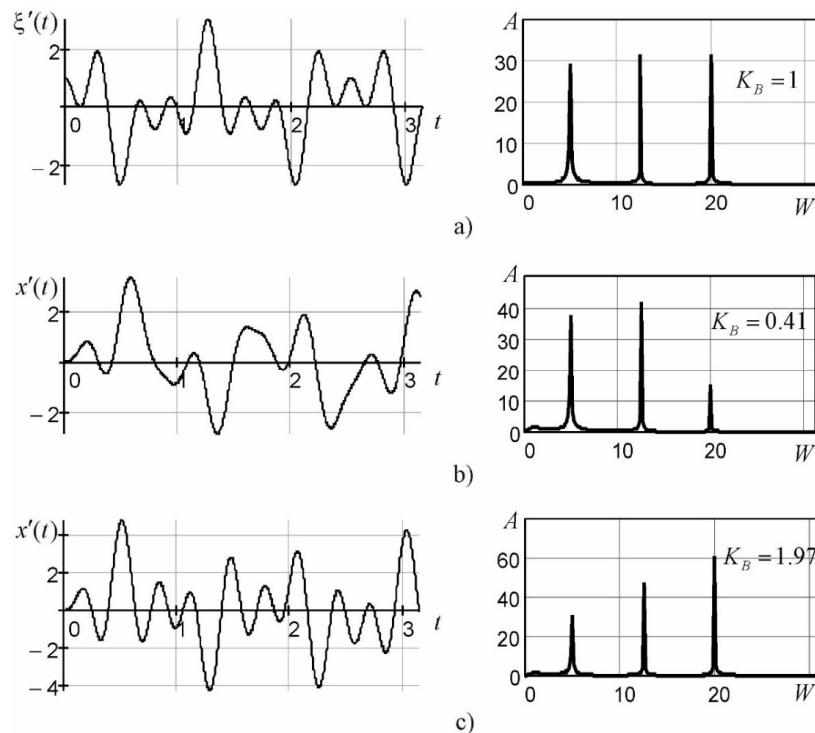


Рисунок 2 – Участки кривых колебаний и их амплитудные спектры для велосиметра:

а – колебания породы; б, в – относительные колебания инерционной массы геофона при $W_0 = 10$ и $W_0 = 20$ соответственно.

Спектры исходного воздействия и реакции геофона рассчитывались с помощью быстрого преобразования Фурье (также как это делается при практической реализации метода прогноза). Значения K_B вычислялись как отношение экстремальных значений амплитудного спектра на наибольшей и наименьшей частоте. При одном и том же соотношении спектральных составляющих в исходном (истинном) сигнале ($K_B=1$), но при разной жёсткости на контакте получены существенно разные значения $K_B=0.41$ и $K_B=1.97$ прогностического параметра (Рис. 2).

Частоты W на рис. 2. приведены в безразмерных единицах. Если собственная частота геофона равна 40 Hz (примерное значение для шахтных велосиметров), то частоты, на которых проиллюстрированы изменения K_B на рис. 2, будут 200, 500 и 800 Hz. Это соответствует интервалу спектра, который анализируется при расчётах прогностического показателя в шахтах.

Выводы

Используя математическую модель геофона, учитывающую условия на контакте с горной породой, показано, что изменения прогностического показателя выбросоопасности K_B могут быть обусловлены только локальными изменениями в зоне контакта. Данное обстоятельство может являться источником ошибок первого рода при прогнозе безопасной работы в условиях возможных газодинамических явлений.

Ссылки

1. Деглин Б.М., Канин В.А., Лунев С.Г. О текущем прогнозе выбросоопасности. Уголь Украины, № 7. – Киев: Министерство топлива и энергетики Украины, 2002. – С. 27–30.
2. Правила ведення гірничих робіт на пластах схильних до газодинамічних явищ: СОУ 10.1.00174088.011–2005. (Нормативний документ Мінвуглепрому України. Стандарт). [Чинний від 2005–12–30] / О.А. Брюханов, О.А. Агафонов, А.В. Анциферов [та ін.]. – К.: Мінвуглепром України, 2005. – 224 с.
3. Мирер С.В., Масленников Е.В., Хмара О.И. О контроле выбросоопасности забоев по спектральным характеристикам акустических сигналов // Вопросы прогнозирования внезапных выбросов: Научн. сообщ. ин-та горного дела им. Скочинского – М., 1987. – С. 52-61.
4. Коваль А.Р. и др. Акустические исследования на особовыбросоопасном пласте в условиях шахты им. А.А. Скочинского. Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах, № 2(28). – Макеевка: Государственное учреждение «МакНИИ по безопасности работ в горной промышленности», 2011. – С. 100-106.
5. Шадрин А.В. Критерии выбросоопасности, применяемые и разрабатываемые для угольных шахт Кузбасса / А.В. Шадрин, П.В. Егоров, С.Е. Трусков // Вестник КузГТУ, № 4. – Кемерово: КузГТУ, 2003. – С. 14-20.
6. Головкич Ю.Н., Масленников Е.В. К оценке амплитудно-частотной характеристики колебаний призабойной части пласта. Збірник наукових праць Національного гірничого університету, № 34, том 2. – Дніпропетровськ, 2010. – С. 85-96.

ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Доц., канд. физ.-мат. наук С.Б. Данилевич
Харківський гуманітарний університет "Народна українська академія"
м. Харків, Україна

Майбутні економісти повинні бути компетентними в питаннях, пов'язаних з хмарними технологіями, які швидко розвиваються та вміти на практиці застосовувати отримані знання. Дана робота присвячена застосуванню хмарних технологій у освітньому процесі. В роботі розглядаються спільне використання хмарних технологій Google Drive, Power BI, Colab Notebooks для аналізу та візуалізації реальних економічних явищ в навчальному процесі.

Метою роботи є розгляд використання хмарних технологій в процесі професійної підготовки майбутніх економістів, а також продемонстрована їх практична реалізація.

Для досягнення поставленої мети застосовувались теоретичні методи дослідження в поєднанні з аналізом сучасних хмарних сервісів, Colab Notebooks, Google Drive, Power BI.

Google Colab є вільним онлайн середовищем, яке дозволяє працювати безпосередньо у "хмарі". Система прив'язана до Google аккаунта користувача і дозволяє зберігати напрацювання безпосередньо на Google Drive. Для отримання доступу до можливостей Colab Laboratory потрібно створити обліковий запис в Google – клієнта gmail.com. Далі перейти по посиланню <https://colab.research.google.com>.

Google Drive – веб-сервіс, доступний для кожного, у кого є обліковий запис Google. Це хмарне сховище дає можливість онлайн (в браузері) зберігати та переглядати вміст безлічі типів файлів (в тому числі і графічних). Пропонується 15 Гб вільного місця.

Для візуалізації отриманих результатів зручно використовувати аналітичне середовище Power BI. У нього є дві версії: безкоштовна Power BI Desktop і платна Power BI Pro за 10\$/місяць. Програмне забезпечення Power BI дає можливість отримувати інформацію з різних джерел, об'єднувати і приводити цю інформацію в єдину стандартизовану модель даних, обчислювати необхідні параметри на основі цих даних, проводити візуально-аналітичний аналіз даних, будувати візуальні графіки, звіти і дашборди.

Концепція хмарних обчислень дає інструмент щодо створення, обробки й зберігання інформації в Інтернеті, що розвантажує комп'ютери, дозволяє використовувати потужні комп'ютерні системи, одержати безкоштовні програми для обробки документів різних типів, економити на ліцензійних програмах. Це особливо важливо в освітньому процесі.

Є і недоліки: потрібно стабільне й швидкісне підключення до Інтернет, можливості програм в хмарі іноді обмежені, у порівнянні з можливостями відповідних ліцензійних програм.

Розглянемо використання хмарних технологій. Наприклад, в інтернеті є рейтинг країн по вартості газу для населення [3]. Завантажимо ці дані в Colab Notebooks.

Команди для скачування:

```
!wget -O "gas.html" "https://svspb.net/novosti/stoimosti-gaza/"
import pandas as pd
df = pd.read_html('gas.html')
df[0].to_csv('gas.csv', index = False)
```

Далі треба підключити Google Диск до середовища виконання за допомогою коду авторизації (ив. рисунок 1):

```
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
```

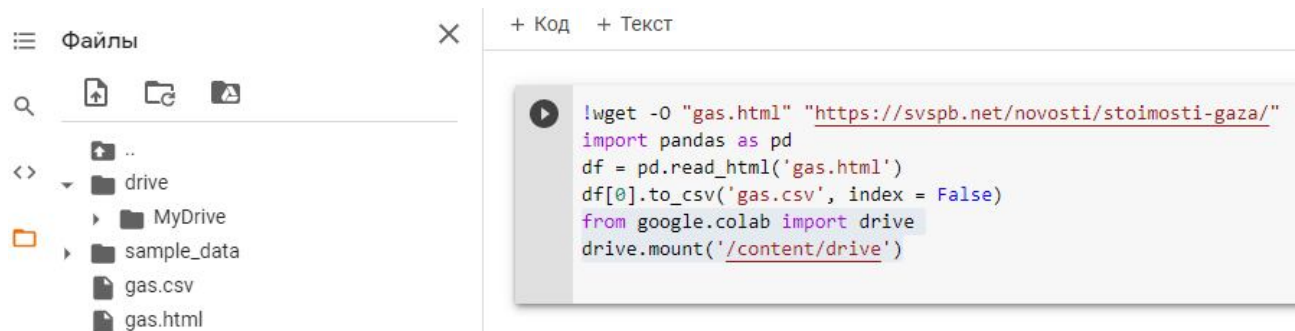


Рисунок 1 – Експорт даних на Google Диск.

Потрібно перетягнути gas.csv в MyDrive. Цей файл можна відкрити на своєму диску за допомогою таблиць Google, перевірити правильність відображення даних. Перший рядок заголовків стовпчиків потрібно видалити. Дати команду Файл – Опублікувати в інтернет і отримати URL доступу до файлу.

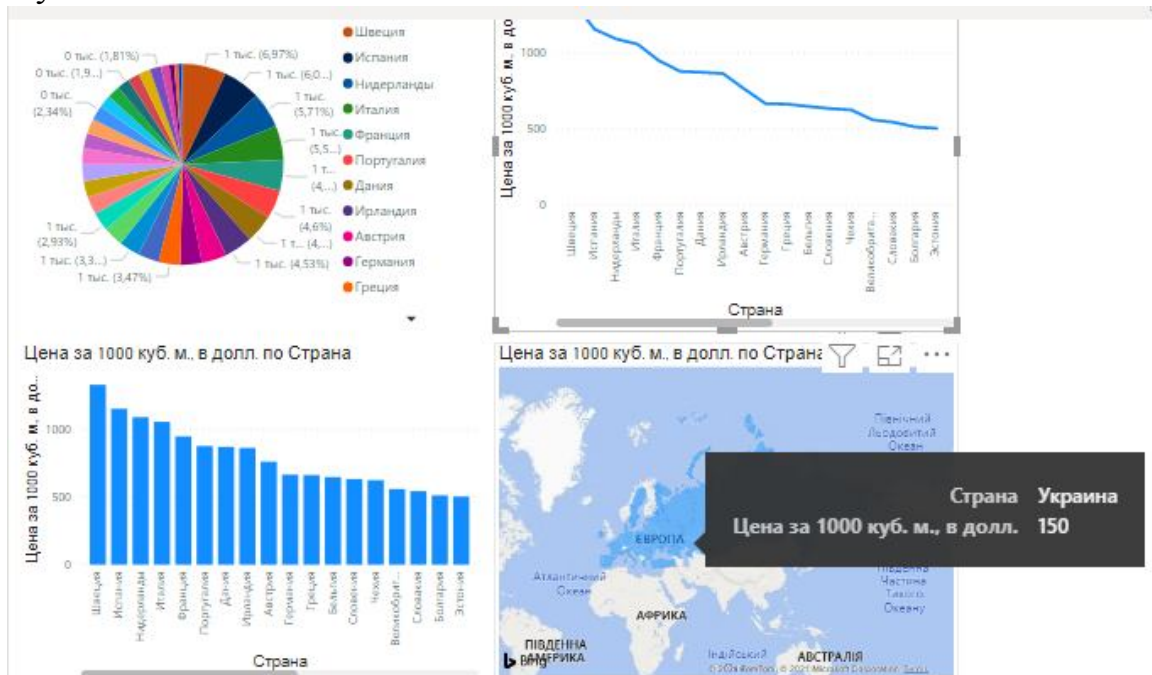


Рисунок 2 – Приклад візуалізації в Power BI.

Щоб отримати ці дані в Power BI (рис. 2), потрібно на головній вкладці вибрати "Отримати дані" і вибрати "Інтернет". Після цього у вікні потрібно вставити URL доступу до файлу.

Висновки

1. Таким чином, реальні дані з відкритих джерел Інтернет були отримані, оброблені і візуалізовані на сучасному рівні в "хмарі".

2. Подібні технології дозволяють при мінімальних матеріальних витрат (тільки для доступу в Інтернет) організувати індивідуальну роботу студента, дистанційне навчання.

Посилання

1. Golub T. Pros and cons in digitalization of higher education // The 8th International scientific and practical conference "The world of science and innovation" (March 10-12, 2021) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2021. P. 51-54.
2. Google Colab [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://colab.research.google.com/notebooks/welcome.ipynb/>.
3. Рейтинг країн по вартості газу для населення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://svspb.net/novosti/stoimosti-gaza/>

AUTOMATED SYSTEM OF DISTANCE LEARNING AND NETWORK DIAGNOSTICS OF KNOWLEDGE

Prof., Doctor of science V.P. Ivashchenko,

Prof., Doctor of science G.G. Shvachych,

Assoc. Prof., Candidate of Technical Sciences O.V. Ivashchenko,

Assoc. Prof., Candidate of Technical Sciences O.P. Bilyi

National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro, Ukraine

Introduction. This paper highlights issues related to the distance learning problem, automated learning, and network diagnostics of students' knowledge. They acquire particular relevance in connection with the world's complex epidemiological situation. The resources noted in the paper allow increasing the educational process efficiency, make it attractive and interesting for students, and motivate them to an active learning process at any time and in any place. That, in turn, allows students to receive a quality education.

Note that a characteristic feature of modern education is the introduction of computer technologies for teaching and quality control of knowledge [1]. However, today the issues of network learning (NL, Web-based education (WBE)) and network diagnostics of knowledge are an area of intensive research and development [2 – 5]. The benefits of network learning of network knowledge diagnostics are obvious: classroom independence and platform independence. Networked teaching software, installed and maintained in one place, can be used

throughout the university and even the region if students have access to a computer connected to the university's local network or the Internet. The NL tools are of particular relevance for distance learning students, who have the opportunity to study at home. The Department of applied mathematics and computing of the National Metallurgical Academy of Ukraine developed a networked universal complex of applied programs for teaching and diagnosing students' knowledge, which is covered in this paper.

Composition and system's primary functions. The system is implemented directly in the VBA for Excel environment, allowing the creation of "intelligent" training and test programs. The system is in line with the approved curriculum plan.

The operation of the developed system is illustrated by the example of studying the operation rules in the Excel environment and programming in the VBA for Excel environment and includes electronic lecture notes and a set of training and control programs.

The first and second tests (tutorials and tests) cover the operation basics in the Excel environment, namely: data entry rules, expression rules, copy and paste operations, the function wizard, and rules for operation with basic relational operators and logical functions. Figures 1 and 2 depict the general view of the tests.

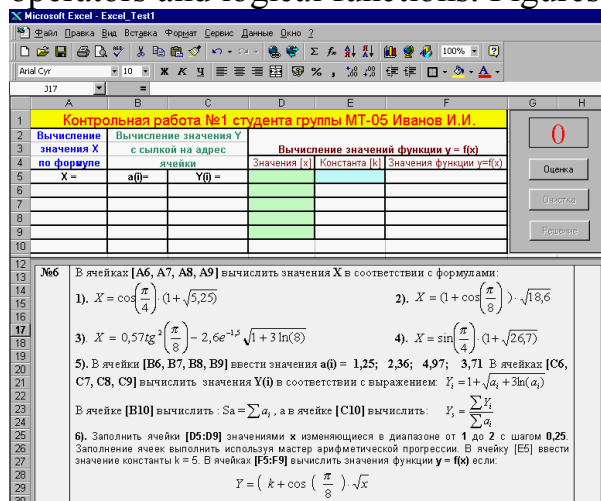


Figure 1– Open ticket of "Test 1"

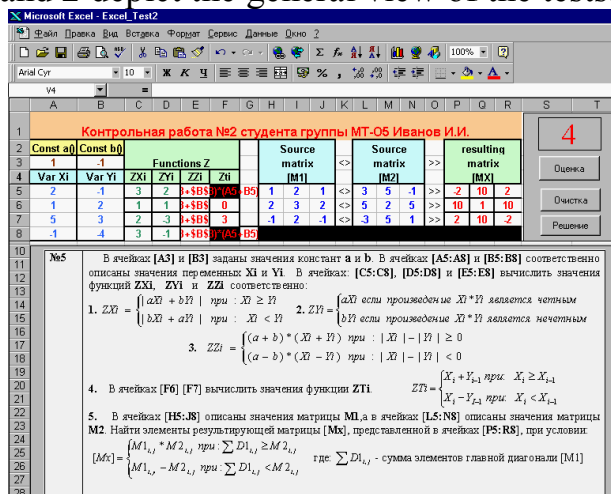


Figure 2 – Solved ticket "Test 2"

Each test contains 30 options. Each test ticket contains problem conditions and a marked problem-solving field. In these tests, a student can independently check the correctness of their own decisions, for which, after solving a specific problem, it is enough to click on the "Assessment" button. A correctly solved problem turns green-highlighted, while an incorrect solution turns red-highlighted.

The control program automatically evaluates the solution correctness, while the student can apply any methods for solving the problem. The solving problem sequence is arbitrary.

After the test, the teacher can show the option of expressions' correct entry. Access to this operation is run by entering a password and then clicking on the solution button.

The study of the operation basics in the Excel environment ends with a control (examination) work, which, unlike the above tests, covers the advanced knowledge verification, namely the engineering methods (declaration of variable names and constants for cells and ranges of cells).

The test includes 20 tickets, which are randomly unloaded from the shell (Fig. 3). Access to the control tickets can be carried out only after the teacher entering the password.

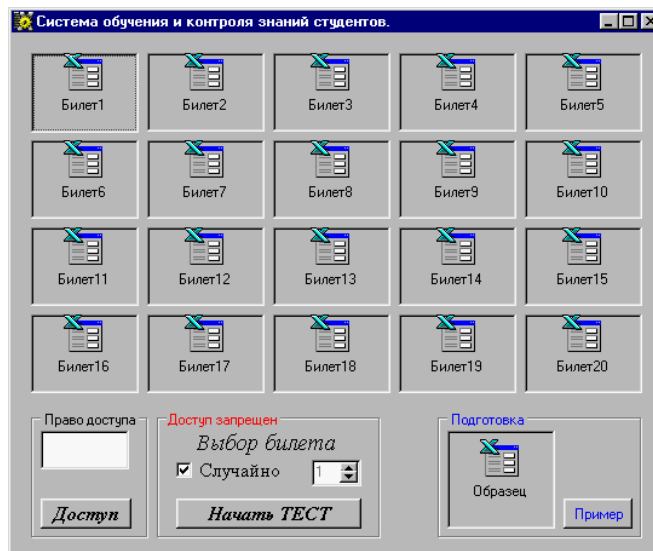


Figure 3 – A shell containing control (examination) tickets

To get acquainted with the sample tasks included in the test work, one can access a demo ticket.

The control ticket's distinctive feature from these tests is such properties of the ticket, where the student cannot check the correctness of their own decisions before the control work accomplishment. Checking the problems' solution is run only after the teacher entering the password. Another property of the control ticket is saving its hard copy containing the student's solution to problems (Fig. 4).

Microsoft Excel - Лист в Cont18

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно ?

Анал Служб

10 100%

А B C D E F G H I J

1 Экзаменационная работа студента группы МТ-05, Иванов, Алексей

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

Var	Xi	Yi	Constant	Z1(i)	Z2(i)	Z3(i)	Z4(i)	Z5(i)
1	2.5	0.5	1.6	1.580878166	3.5	-5.2	0.942032514	
2	-1	1	b	2.588442947	4.574710574	0.6	-3.2	2.659768459
3	1	1.5	1	0.240127613	0.940924758	3.1	-0.3	-5.582042019
4	2.5	2	s	13.43769939	5.7	11.7	-4.938665237	
5	3	2.5	2	4.346900797	14.58176656	7	14.3	-2.097459353

Билет № 18

В ячейках [A4:A8] и [B4:B8] заданы значения переменных Xi и Yi. В ячейках [C4], [C6] и [C8] указаны значения констант a, b и s. Вычислить значения функций Z1(i), Z2(i), Z3(i) и Z4(i) в диапазоне ячеек: [D4:D8], [E4:E8], [F4:F8] и [G4:G8] соответственно.

1. $Z1_i = s \cdot e^{Y_i \sin(a \cdot X_i \cdot \frac{\pi}{b})}$

2. $Z2_i = \sin(24 \cdot \pi \cdot X_i)^b - e^{\frac{Y_i}{s}} \cdot s \cdot \sin(Y_i)$

3. $Z3_i = \begin{cases} a \cdot X_i + b \cdot Y_i & \text{при } X_i < Y_i \\ b \cdot X_i + a \cdot Y_i & \text{при } X_i \geq Y_i \end{cases}$

4. $Z4_i = \begin{cases} (a + b) \cdot (X_i + Y_i) & \text{при } |X_i| - |Y_i| < 0 \\ (a - b) \cdot (X_i - Y_i) & \text{при } |X_i| - |Y_i| \geq 0 \end{cases}$

Присвоить соответствующим ячейкам имена констант a, b и s. Присвоить соответствующим диапазонам ячеек имена переменных Xi и Yi. В диапазоне ячеек [H4:H8] вычислить значения функции Z5(i), используя запись выражения с применением имен переменных и констант.

5. $Z5_i = \cos(b \cdot \pi) - e^{\sqrt{\frac{Y_i}{a}}} \cdot a \cdot \sin(X_i)$

Figure 4 – General view of the resolved saved ticket

An introduction to programming with VBA for Excel begins with creating macros. Test work on this topic is a semester work performed by the student independently. The test work is a protected demo project containing a complete description of the rules for performing the work, the features of building macros and their optimization, and options for tasks. Figure 5 illustrates the general view of this work.

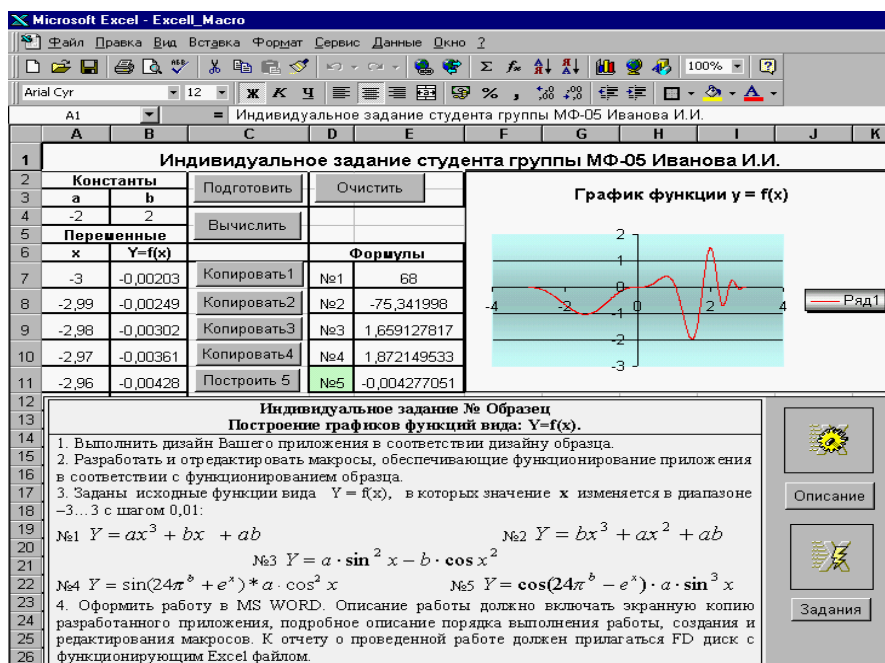


Figure 5 – The template general view for an individual task on the "Macros" topic

Laboratory work on the programming basics study in the VBA environment is based on a tutorial principle. Each laboratory work contains questions and different answers to the questions. A performance feature of these works is the mandatory preparation by the student of the classes' summary that is an addition to the summary of lectures. In these works, in the software modules, procedures are preliminarily created containing the exceptional situations solving that often arise among inexperienced programmers, thereby eliminating the "computer freezing" and losing the completed part of the work. Figures 6 and 7 demonstrate the laboratory work's general view. Each topic ends with a test when the student must independently solve the assigned task. Figure 8 shows the solved problem fragment, and Figure 9 illustrates the program written by the student.

Similarly to control (examination) work, the system includes a shell containing 30 tickets on the programming basics. The properties of the shell and tickets embedded are similar to the properties of the above shell in Figure 3. Figure 10 depicts a ticket variant. The ticket's distinctive feature is the inability to protect access to the program for checking the problem solution. In this regard, the verification program is designed so that the possibility of using its codes is excluded. Also, it is placed in the main module of the project and does not interfere with the student's work in the blank module of the sheet (Fig. 6).

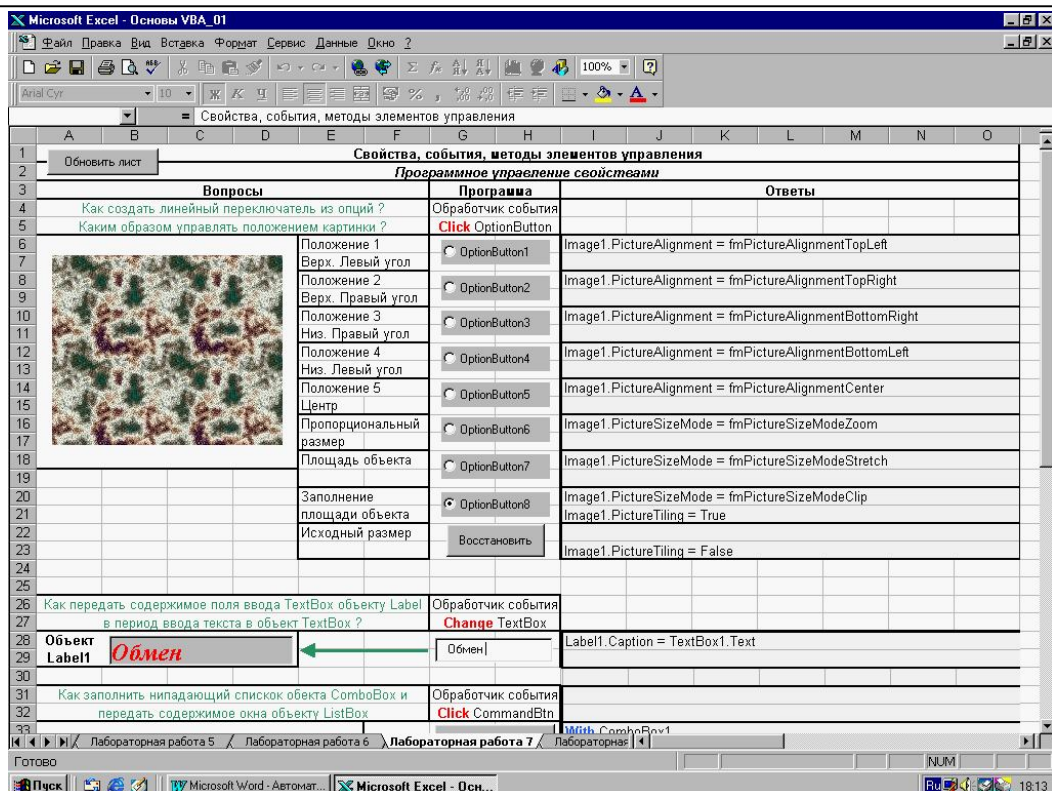


Figure 6 – The laboratory work general view on studying the VBA controls properties

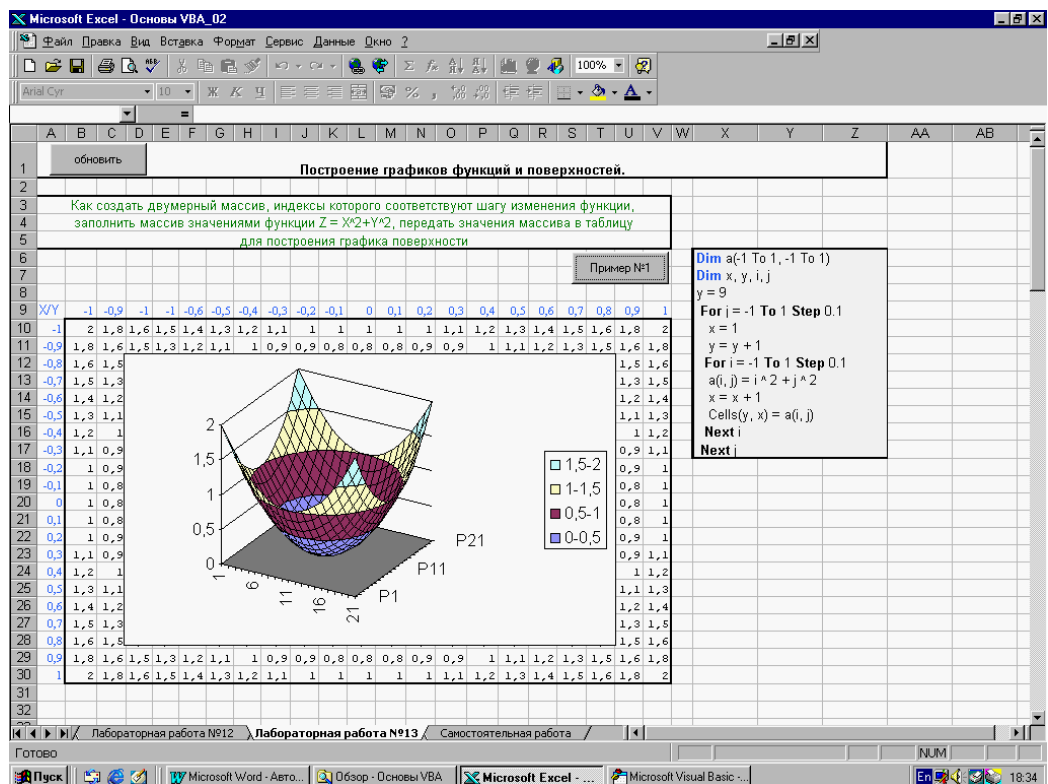


Figure 7 – General view of the completed laboratory work on programming in the VBA environment

XVI Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті»

2 - 5 червня 2021 р., Технічний університет м. Варна (Болгарія)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V					
1	Самостоятельная работа студента группы																										
2																											
3	Задана мишень, в которую попадают пули случайным образом, причем, если попадание происходит дважды в одну и ту же ячейку значение ячейки увеличивается. Необходимо самостоятельно решить приведенные задачи.													Вариант:			1. Определить S1 желтых и синих ячеек										
4														☐ №1	Yes	23	2. Определить S2 белых ячеек										
5														☐ №2	Yes	31	3. Вычислить отношение S1/S2										
6														☐ №3	No	1,347826											
7																											Решение
8																											
9																											
10																											
11																											
12														☐ №7													
13														☐ №8													
14														☐ №9													
15														☐ №10													
16														☐ №11													
17														☐ №12													
18														☐ №13													
19														☐ №14													
20														☐ №15													
21																											

Проверка решения

			1						1													
1				1	3					1		2										
		1	1			1	1				1	1	2									
2		1						1	2				1	1								
	2					2	2	1					1									
	1	2						1						1	1							
1	1	1	1				2	1	1				1									
	1	3	1				2	1	1	2	1											
1	1	1	2					2	1			2	1									
1				1	3	1	1															

Примечание 1

S, S1, S2 - сумма значений ячеек
K - количество ячеек содержащих значение = 1
SD, SD1, SD2 - сумма значений ячеек при значениях ячейки > 1

Примечание 2

Красный цвет - vbRed
Зеленый цвет - vbGreen
Синий цвет - vbBlue
Желтый цвет - vbYellow
Белый цвет - vbWhite

Figure 8 – General view of the problem solved by the student

```

Private Sub Ответ_Click()
'=====
' Игнорирование возможных ошибок
On Error Resume Next
'=====
'Запись строк программы студентами (Задание №)
'=====
Dim i, j, Sp, St
Sp = 0: St = 0
For i = 10 To 19
For j = 2 To 11
If Cells(i, j).Interior.Color = vbYellow Or _
Cells(i, j).Interior.Color = vbBlue Then Sp = Sp + Cells(i, j)
If Cells(i, j).Interior.Color = vbWhite Then St = St + Cells(i, j)
Next j
Next i
Range("P4") = Sp: Range("P5") = St: Range("P6") = St / Sp

End Sub

```

Figure 9 – The program developed by the student

To test the theoretical (general) knowledge of students, the system contains a universal application (shell) "Module 12" wherein any tests in any discipline can be loaded [5].

Figure 12 represents the shell's general view with the loaded test "Elements of object-oriented programming in the VBA environment." The shell maintains its protocol of test results by students.

XVI Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті»
2 - 5 червня 2021 р., Технічний університет м. Варна (Болгарія)

Microsoft Excel - Билет 1											
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно ?											
Arial Cyr 10 Ж К Ч											
J15 = ЛОЖЬ											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Решение задач студентом группы										
2	Задание						Командные кнопки программ		Протокол		
3	Исходные данные: Переменные X и Y являются полями Листа Excel								Ответ:	Оценка	
4	Пусть заданы некоторые значения переменных X и Y.										
5	1. Вычислить сумму квадратов этих переменных и вывести результат в ячейку [A20]						Задача №1		Задача №1		
6									ИСТИНА	2	
7	2. Определить большее из значений этих переменных и вывести результат в ячейку [D20]						Задача №2		Задача №2		
8									ИСТИНА	2	
9	3. Создать одномерный массив из 7 - ми элементов, начальный индекс которого = 1. Заполнить массив значениями $Z_i = 4*Y - i*x $, где i - текущий индекс массива. Значения элементов массива вывести в ячейки [A21:G21]						Задача №3		Задача №3		
10									ИСТИНА	2	
11	4. Найти наименьшее значение элемента указанного массива и вывести результат в ячейку [G20]						Задача №4		Задача №4		
12									ИСТИНА	3	
13	5. Выполнить сортировку указанного массива по убыванию.						Задача №5		Задача №5		
14	Результат сортировки вывести в ячейки [A22:G22]								ЛОЖЬ	0	
15											
16											
17											
18											
19	Ответы :						Протокол		Оценка:	9	
20	0,305488			0,501793			0,38515586				
21	1,775454	1,543738	1,312021	1,080305	0,848589	0,616872	0,38515586				
22	0,385156	0,616872	0,848589	1,080305	1,312021	1,543738	1,77545387	Обновить			
23											
24											

Figure 10 – The variant of the exam ticket solution

```

Public Sub Check()
Dim XX, YY, i, a(7), Min, f, SW, SS, ST, FM, Axis, b(3)
XX = Лист1.Cells(1000, 8): YY = Лист1.Cells(1000, 9)
SS = 0: ST = 0: FM = XX ^ 2 + YY ^ 2: Axis = 1000
b(0) = False: b(1) = True: b(2) = 3: b(3) = 4
Control X.SetR
With Лист1
.ResBtn = True
.CommandButton1 = True
.CommandButton2 = True
.CommandButton3 = True
.CommandButton4 = True
.CommandButton5 = True
.Cells(1001, 1) = FM
If XX >= YY Then
.Cells(Axis + 2, 1) = XX
Else
.Cells(Axis + 2, 1) = YY
End If

For i = 1 To 7
.Cells(Axis + 3, i) = Abs(4 * YY - i * XX)
Next i

Min = .Cells(Axis + 3, 1)
For i = 1 To 7
If .Cells(Axis + 3, i) < Min Then Min = .Cells(Axis + 3, i)
Next i
.Cells(Axis + 4, 1) = Min

For i = 1 To 7
a(i) = .Cells(Axis + 3, i)
Next i

Do
f = 0
For i = 1 To 6
If a(i) < a(i + 1) Then

```

Figure 11 – Fragment of the solution verification program

Of particular interest is the joint application of the "Module 12" application to test theoretical knowledge and electronic control ("examination") tickets to test practical knowledge. Such a complex allows running a full-fledged exam by saving the exam passing protocol and the results of solving problems in the database.

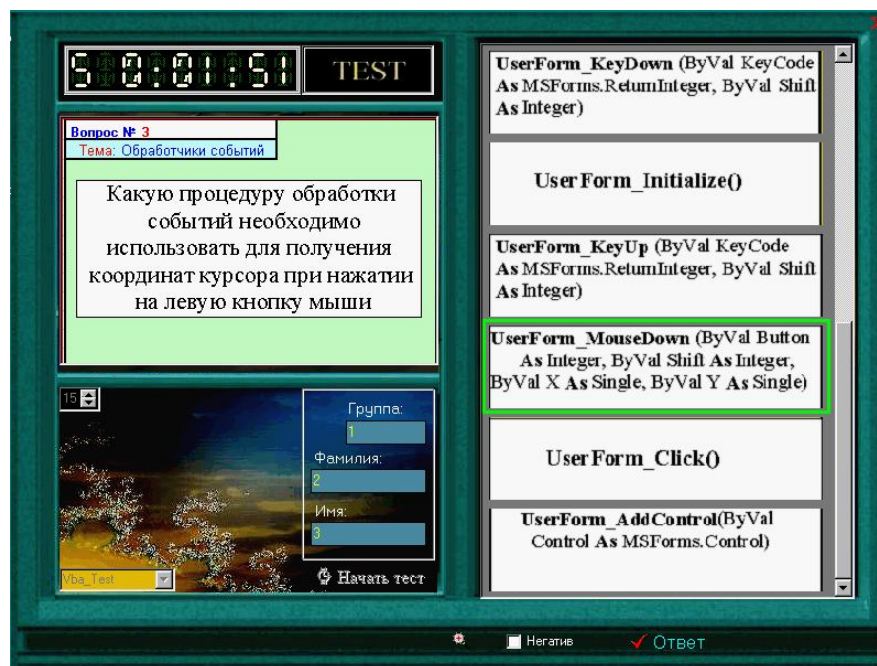


Figure 12 – General view of the "Module 12" shell

Besides the above programs and applications for an in-depth study of the Visual Basic programming environment and the Delphi environment, the system contains teaching materials and individual tasks in electronic form (Word documents, HTML).

The system is installed on computers from one installation package, which creates the "INFORMATICS" program group in the Windows program menu.

Conclusions. The network complex of applied programs focuses on teaching and testing students' knowledge of a wide range of relevant disciplines.

The network complex introduction of applied programs for teaching and diagnostics of knowledge in the educational process allowed increasing the students' academic achievements in assessing students' knowledge. Simultaneously, the mastering of the material and the testing procedure can be carried out after hours. The academic group, as it prepares, can order the testing date and time; the presence of a teacher is not necessary.

The remote principle of organizing the educational process and the introduction of a network complex of applied programs for the diagnosis of knowledge ensures the educational activity consistency, increases satisfaction, and reduces unreasonable difficulties during the examination session.

The proposed approach can be implemented for the functions of an interactive tutor. A student at home in a dialogue with the environment can prepare to deliver informative modules, tests, and exams.

References

1. Ivaschenko V.P., Shvachych G.G., Ovsyannikov A.V. Computer diagnostics of knowledge in the conditions of a pedagogical experiment. *Theory and methodology of introducing fundamental disciplines at all schools*. Kryviy Rig, 2006. P. 136 – 144.
2. Khutorskoy A.V. Pedagogical innovation. Moscow, 2008. 256 p.
3. Kraevsky V. V. Methodology of pedagogy: a guide for educational researchers. Cheboksary, 2001. 244 p.
4. Panfilova A.P. Innovative pedagogical technologies: Active learning. Moscow, 2009. 192 p.
5. Zagvyazinsky V.I, Atakhanov R. Methodology and methods of psychological and pedagogical research. Moscow, 2005. 208 p.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ІЄРОГЛІФІКИ КИТАЙСЬКОЇ МОВИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (НА ОСНОВІ МАШИНИ ТЬЮРІНГА)

Доц., канд. пед. наук Р.М. Калько

Кафедра перекладу та іноземних мов

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Працюючи над створенням універсальної машини для обчислювання, А. Тьюрінг глибоко аналізує процеси, пов'язані з мисленнєвою діяльністю людини, зокрема, як вона може імітуватися машиною. Універсальність цифрової обчислювальної Машини Тьюрінга (МТ) полягає в наслідуванні будь-якого процесу з дискретними станами. Учений доходить висновку: якщо машині властива ознака універсальності, то не варто створювати нові машини, щоб виконувати різні обчислювальні операції, усі обчислення можуть бути виконані за допомогою однієї єдиної цифрової обчислювальної машини, якщо забезпечувати її належною програмою для кожного випадку. Радянський дослідник А. Колмогоров не поділяє оптимізму А. Тьюрінга щодо машинного мислення як альтернативи природному людському мисленню. Він вважає, що сам процес обчислення за допомогою кодування Мащини Шенфілда, Мащини Тьюрінга й використання нормальних алгоритмів Маркова виділяє математичний клас алгоритмічно нерозв'язних задач.

Дослідники в першу чергу звертають увагу на використання МТ із лінійною програмуючою стрічкою, для моделювання мисленнєвих процесів, що мають алгебраїчний характер. Автор вважає перспективним звернення до геометричних відповідників подібного процесу на основі ієрогліфів класичної китайської мови. Оскільки стрічка МТ з макросом «PROGRAM» має число вимірів два (розмірність $R=2$), логічно уявити, що у зв'язку із ускладненням

знаків розмірність кінцевої стрічки з макросом «PRINT» буде мінімум $R^*=2$. Ураховуючи квадратичне уповільнення Тьюрінга, реально $4 \geq R^* \geq 2$. Саме тому стрічка MT з макросом «PRINT» утворює топологічні вузли та визначає площину.

Розглянемо різномірні утворення знаків на прикладі радикалів Кансі (部首) (оскільки існують кілька таблиць значень радикалів тут і далі використовується найбільш розповсюджена із 214 знаків). Перша теоретично можлива розмірність ($R=0$). Геометрично це «точка», про яку можна сказати тільки те, що або «вона є», або «її немає». Отже, так утворені радикали 1 (一); 2 (丨); 3 (丿); 4 (㇀) або (㇁), (㇂); 5 (乙) або (㇃), (㇄); 6 (㇅); шляхом прямого запозичення графем китайської писемності ((一), (丨), (丿), (㇀), (㇁), (㇂), (乙), (㇃), (㇄), (㇅)). Слід також окремо виділити можливість самореплікації знака невизначеною кількістю разів (радикали (7: 1+1); (二: —+ —) (59 : 4+4+4) (≡: ㇆+㇆+㇆), так і в складі іншого знака, наприклад (213: 36*+205*+1*+1*+1*+1*+1*+1*+4.2+29*), та ін. Для подальшої розвідки варто зазначити, що подібна реплікація, виходячи із 0-розмірного простору, буде вважатись однією точкою, над якою повторюється одна логічна операція. Розуміння східного ієрогліфа або графеми «крапка» можливо, виходячи із його евклідового визначення: «Σημεῖόν ἐστίν, οὗ μέρος οὐθέν» (точка може вважатись тим, частина якого є ніщо). Навіть у більш пізній гільбертовій геометрії поняття «точка», «лінія» та «площина» належать до невизначених понять. Тобто математично не заперечується можливість у першому наближенні уявити досліджуваний знак «точкою». Визначивши поняття 0-розмірного простору, відповідником якого буде точка, можна буде ускладнювати простір, використовуючи множину точок.

Окремий ієрогліфічний знак у вигляді невизначеної евклідової «точки» становить основу східної писемності у вигляді піктограми та ідеограми або образотворчих та вказівних знаків. Класичним прикладом вказівного знаку є, наприклад, (шан) і (ся), де їх значення «верх» (上) і «низ» (下) позначені вертикаллю над та під горизонтальною лінією, яка імітує вказівний жест.

Конструктивний опис природної мови Машиною Тьюрінга дозволяє уявити будь-яку мову як частково рекурсивну функцію й описати її як загальноматематичну задачу з кодування машини Тьюрінга та використання нормальних алгоритмів Маркова. Традиційні алгоритми опису мови засновані на вирішенні математичної задачі оптимізації (про комівояжера або про укладку ранця), яка передбачає простий перебір теоретично можливих варіантів. З урахуванням квадратичного уповільнення таке завдання стає практично нездійсненним, коли настає ситуація «інформаційного вибуху» та програма губиться серед великої кількості рівнозначних варіантів. Так, залучення універсальних теорій дозволяє створити алгоритми, які відкидають велику кількість неграматичних конструкцій і створюють автоматичні критерії вибору найбільш оптимальних варіантів.

Посилання

1. Turing Alan, Computing Machinery and Intelligence, Mind, vol. LIX, no. 236, October 1950, pp. 433 – 460.
2. Kalko R. A binary code as a basis for understanding the logical construction of Chinese hieroglyphic graphemes. International Journal of Advanced Research (IJAR). – 2018. – С. 327–334.
3. Kangxi Dictionary / Zhang Yushu, Chen Tingjing. - Пекін: Книжкова компанія Чжунхуа, 1958.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ УДАЛЕННОГО ОБУЧЕНИЯ

Доц., канд. техн. наук С.И. Козыренко

***Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
г. Харьков, Украина***

Доц., канд. техн. наук В.П. Козыренко

***Харьковский гуманитарный университет «Народная украинская
академия», г. Харьков, Украина***

Общество непрерывно изменяется, развиваются технологии, меняются подходы к реализации различных процессов, в том числе и в образовании.

Масштабность и исключительно высокий уровень технологических решений в условиях цифровой трансформации, взрывной рост объемов информации, используемых в учебном процессе и производственной деятельности, неизбежно обостряют вопросы, связанные с физической и информационной безопасностью [1,2].

В 2020 году образовательная среда столкнулась с проблемой распространения коронавируса и возникла необходимость кардинально изменять технологии, формы и методы обучения, переходить на удаленные решения. Помимо очевидных проблем и недостатков, которые в себе несёт удаленное обучение, существуют и другие, которые менее очевидны, однако, несут в себе гораздо больше угроз, а именно угроз информационной безопасности.

Снижение информационной безопасности – естественный процесс, связанный со следующими факторами:

1. Развитие вредоносных технологий взлома защищенных ресурсов и уничтожения данных опережает средства и технологии защиты информации, которые доступны учебным заведениям.

2. Рост количества преступлений в сфере информационных технологий.

3. Активное включение в учебный процесс мобильных устройств и трансформация способов доступа к информации, как следствие - стирание границ локальных сетей учебных заведений.

4. Отсутствие решений, направленных на обеспечение баланса между открытым доступом и конфиденциальностью учебной и научной информацией.

5. Постоянное увеличение вывода во внешние базы данных информации о персональных данных, управленческой и финансовой деятельности учебного заведения. Увеличение объемов предоставляемой информации в цифровой форме, преимущественно с возможностью удаленного доступа. Актуальность рассматриваемого вопроса возросла с появлением единой государственной электронной базы по вопросам образования (ЕДЭБО).

6. Ограниченность при финансировании технологий защиты информации учебного заведения.

7. Отсутствие в учебном заведении профессиональных специалистов, компетентных в обеспечении информационной безопасности.

В условиях удаленного обучения к указанным факторам добавились:

1. Возросшая нагрузка на каналы передачи информации и неустойчивая работа Интернет.

2. Отсутствие единых рекомендаций по использованию медийных платформ.

3. Размывание границ локальной сети учебного заведения при большом количестве внешних подключений.

4. Отсутствие средств информационной защиты у студентов и школьников.

5. Низкая информационная культура пользователей, особенно по вопросам информационной безопасности. Этот фактор становится практически основным.

6. Возросшая активность вредоносных решений и мошеннических технологий.

Исключить информационные риски и угрозы невозможно, но есть возможность их минимизировать.

В настоящее время наиболее популярными платформами обеспечения удаленного обучения являются Zoom, Google Meet, Big Blue Botton, Edumeeet, Skype и др. Условия использования отдельных платформ имеют ограничения (время, количество участников), конфликтуют при смене платформ. Рекомендации по безопасной работе с платформами отсутствуют. Отдельные учебные заведения создают свои медийные решения, требующие соответствующего аппаратного и программного обеспечения.

Одним из основных элементов обеспечения информационной безопасности является состояние и развитие сетевой инфраструктуры учебного заведения. Облачные решения и мобильные технологии, развитие Интернет вещей, состояние самого Интернет предъявляют к сети учебного заведения гораздо более высокие требования, чем те, которые в них заложены в настоящее время. Сетевые решения должны в первую очередь обнаруживать и нейтрализовать внешние угрозы.

Сетевые средства в большинстве учебных заведений развиваются «вручную» и нацелены в основном только на поддержку обмена информацией. Большое количество точек доступа к ресурсам существенно усложняет решение вопросов защиты информации.

Особое внимание следует обратить на использовании в учебной и производственной деятельности облачных ресурсов [3]. Облачные ресурсы становятся все более востребованными. В отношении безопасности облачных решений вопрос остается открытым, т.к. пользователям облачных ресурсов недоступна реализуемая в облаке политика безопасности.

Существенным фактором, влияющим на безопасность информационно среды, остается цифровая компетенция преподавателей [4]. Решение этой задачи требует от преподавателей широкого кругозора и умения ориентироваться в современных цифровых потоках, мотивации и готовности к выбору эффективных и безопасных информационно-педагогических средств, владения программными средствами как системного, так и проблемно-учебного назначения.

Уделяя внимание цифровой компетенции преподавателей, нельзя забывать и о значительном возрастании требований по уровню профессиональной подготовки к сотрудникам информационно-технических подразделений и служб в области информационной безопасности.

Ссылки

1. Барашев К. С. Информационная безопасность высшего учебного заведения / Барашев К. С., Козыренко В. П. // Экспертные оценки элементов учебного процесса : программа и материалы XVII межвуз. науч.-практ. конф., 27 нояб. 2015 г. / Нар. укр. акад., каф. информ. технологий и математики. – Харьков, 2015. – С. 13–15.
2. Глобализация и конвергенция образования: технологический аспект / под общ. ред. проф. Ю. Б. Рубина. – М. : Маркет ДС Корпорейшн, 2004. – 540 с.
3. Козыренко С. И. Состояние и перспективы применения облачных сервисов Microsoft / С. И. Козыренко // Экспертные оценки элементов учебного процесса : программа и материалы XVI межвуз. науч.-метод. конф., [Харьков, 26 ноября 2014 г.] / Нар. укр. акад., каф. информ. технологий и математики. – Харьков, 2014. – С. 35–37.
4. Козыренко С. И. Формирование информационной компетенции субъектов обучения / С. И. Козыренко, В. П. Козыренко // Стратегия качества в промышленности и образовании : материалы XII Междунар. конф., 30 мая-2 июня 2016 г., Варна, Болгария / Нац. агентство по аккредитации Украины [и др.]. – Дніпропетровськ ; Варна, 2016. – С. 372–374.

ANALYSIS OF «GRAPHQL» AND «REST» ARCHITECTURES

*Assoc. Prof., Cand. of Tech. Sciences Olga Matsyi, Grad. St. Anatoly Nizhnykov
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine*

Rapid development of computer technology immediately showed the need to develop standardized approaches and protocols for data exchange. This need became especially critical after the creation of the Internet and the spread of personal computers. The concept of client - server interaction has become one of the best and most common solutions today.

The base of such communication architecture become concept of API – Application Programming Interface [1, 2]. Which is some sort of declaration of available public endpoints, methods, fields and etc. When one program knows this declaration of another program, it can access information and use functionality of described program.

Main requirements to API were quickly integration and easily scaling. So, to fit such criteria's API should be based on the use of protocols and / or specifications, those documents determine the semantics and syntax of API messages. They impose restrictions and determine the future architecture of the IPA.

Therefore, since 1991, many different variants of the API architecture have been introduced. Each of them has its own template for standardized data exchange. That is why there are still endless debates about which architecture is the most optimal and deserves the title of best.

However, today it can be argued that one of the most common options is REST [3] – representational state transfer, which was presented in 2000. But, in 2015, Facebook introduced its own implementation of the client-server API called GraphQL [4], the audience of which is actively growing and further popularizing this implementation.

Main point to remark is that both technologies use simple HTTP/HTTP2 requests, so both methodologies are high-level architecture approaches over HTTP protocol. They can be used with another protocols, but it's separate topic out of this article context. So GraphQL and REST have many similar elements in their structure. But the main difference is that instead of working with hard-end endpoints on the server, GraphQL allows you to get exactly the data you need without downloading extra data in one request.

This article will perform a comparative analysis of REST and GraphQL to determine the optimal API architecture of the storage server and data exchange of three-dimensional models for use in the web environment. First to analysis will be REST as much older approach and more fundamental, because GraphQL partially based on REST ideas.

REST is a methodology. which describes the principles of building an architecture for the interaction of components of a distributed application in the network. It is an agreed set of constraints that are taken into account at the design

stage of a distributed hypermedia system. The term was coined by Roy Fielding, one of the authors of the HTTP protocol, in 2000. In his dissertation «Architecture Styles and Design of Network based Software» [5], which was presented at the University of California. He adapted the theoretical basis for the method of interaction between clients and servers on the World Wide Web, abstracted it and called it "Representational State Transfer". Fielding described the concept of building a distributed application in which each client request to the server contains the necessary information about the expected response of the server and the server should not store information about the status of the client (client session). And the data should be transmitted in a small number of standard formats, such as HTML, XML or JSON.

Each REST implementation must meet the following properties: performance – the interaction of system components should be the dominant factor of productivity and efficiency of the network from the user's point of view; scalability to support a large number of components and interactions between them; simplicity and obviousness of the unified interface; openness of components to possible changes to cover needs that change over time; transparency of connections between system components for services; portability of system components, which allows you to move program code with data; reliability is the resistance to errors at the system level in the presence of errors at the level of individual components, connections or data.

In order for the system to meet all the necessary properties, the following restrictions are imposed on it: client – server architecture; Statelessness; Ability to cache; Layered system; Uniform interface.

The main limitation is the client-server architecture. The limitation is based on the principle of distribution of needs. The model requires the division of responsibilities between the components involved in storing and updating data - the server. And the components that display data on the user interface and respond to actions with this interface – the client.

Separating the needs of the user interface from the needs of the server storing the data increases the portability of the client interface code to other platforms, and simplifying the server part improves scalability. Therefore, the main advantage of such a distribution can be considered the ability for individual distributed parts to develop independently of each other, which allows, if necessary, to quickly replace one of the parts, or even have several versions of one of the parts.

In this case, the absence of status is important in the interaction between the client and the server. This restriction requires the absence of any client status information on the server between requests. That is, the interaction between the server and the client should not have a state, and each request should contain all the necessary information for its processing and should not rely on the fact that the server knows something from previous requests.

Components in the REST architecture exchange information with each other by transmitting a representation of the resource in a format to be selected from a set of standard data formats. The required format is selected dynamically and depends

on the wishes of the client component and the capabilities of the server. Note that the submission may not have to be in the same format as the resource itself. The presentation format can be the result of which data transformation is a part of the implementation, which is usually hidden behind the interface.

A resource is a key data element in the REST architecture. The resource can be any information that can have a name. To be more precise, the resource (R) is a membership function $MR(t)$ which reflects moments in time on a set of entities of the same type. Note that REST allows references to objects that do not yet exist at the time of the query, i.e., the set can be empty.

Resource identifiers are used to refer to resources. The component that provided the resource with the identifier must be able to access it for this identifier, i.e., the component is responsible for keeping the membership function unchanged. When using REST with HTTP, URLs [6] are used as identifiers.

As described above, the resource in the REST architecture can be any, but the list of available manipulations to interact with resources depends on the protocol with which the architecture is used. In the context of a web application, this protocol is HTTP [7]. The following is a list of HTTP methods [8] that allow you to perform resource operations or explore APIs: GET - request for a resource; DELETE - request to destroy the resource; POST – create a new resource in place of the used URL using the submitted view; PUT – replace the state of the current resource with the state described by the submitted representation in the requests.

Based on all of the above, we can identify the following advantages of using the REST architecture: reliability due to the need to store information about the client's condition, which may be lost; system performance due to the use of cache at the HTTP level; transparency of the system of interaction; simplicity of interfaces; portability of components; the ability to scale the system without completely rewriting the existing code base.

However, the following disadvantages of using this architecture should also be taken into account when choosing: lack of a single standard for the REST structure. There is no clear way to build the REST API, because how exactly to model resources and what they should be depends only on the specific usage scenario, which makes REST simple enough in theory, but difficult in practice; high payload in server responses. The server returns a lot of metadata so that the client can understand everything necessary about the state of the program only from its responses; overfilling or insufficient filling of answers. Both of these situations often create the need for additional requests.

So, when we have base knowledges about REST, let's look at GraphQL. GraphQL allows clients to define the structure of the required data and the same structure is returned by the server.

This prevents the transfer of redundant data, but it affects the effectiveness of web caching of query results.

As a technology, GraphQL consists of a system of types, query languages and execution semantics, as well as static validation and introspection.

This functionality allows you to support reading, updating data and signing up for changes in real time.

GraphQL is a conceptually simple solution to the problem of downloading redundant data that is redundant at the time of the query.

For example, if you want to display a list of user data, where only the name and photo are displayed. However, each user object contains a lot of fields, which in this situation are conditionally redundant.

So, the main idea is that instead of creating a lot of duplicates with a minimum of differences, you need to create one relatively "smart" resource that will be able to work with complex queries and form answers in the form desired by the client.

In fact, the GraphQL layer is between the client and the data sources.

This layer accepts requests from customers and returns the necessary data in accordance with the received instructions.

For a better understanding, consider an example in the context of comparing GraphQL with classical REST.

Now let's look at the structural elements that make up GraphQL. In short, the Query command is used to retrieve the data, and the data manipulation command group is combined into one Mutation data type. GraphQL also has a Subscription type that is used to track data changes over a Socket connection. If we look in detail, we have the following elements: schema - the collection of types to be used in the API is a very important difference from REST, because instead of a group of REST endpoints, you need to design parts of the API as a collection of types; type – is an object and the collections of such objects describe the main functions of the application; query - describes the data that needs to be obtained from the server, and does so by describing the data elements in the schema type fields; mutation – process all the user's actions that he can perform in the application; arguments – allow you to specify data to receive or change. At its core, arguments are analogous to URL query parameters in classic REST.

From all the above, we can highlight the following positive characteristics of GraphQL as an architecture for the API: typed scheme. This architecture immediately determines what actions are available to the client, which improves and facilitates the learning of the API, and hence its use as well; optimal approach to working with related data and complex relationships, which is a big problem for ordinary queries; no versions. The best practice for controlling API versions is to lack these versions. While REST offers multiple versions of the API in parallel, GraphQL uses only one version. However, this version is evolving and provides constant access to new features, which contributes to a cleaner and easier maintenance of server code; detailed errors in the answer. The system provides very detailed information about the error, so it is possible to immediately understand which of the parts of the request caused the error; Flexible resolution levels. GraphQL allows selective data output based on transferred access, while REST does not partially disclose data.

However, despite all the significant advantages of the new architecture, we should not forget about the rather significant shortcomings that can be a decisive factor in abandoning GraphQL in favor of REST: performance problems. Too many nested fields in one query can overload the system. Although ideologically GraphQL was created to avoid such queries, from time to time there is a need for them and then an advantage on the side of REST; complexity of caching. Because GraphQL does not use HTTP caching semantics, it requires extra effort to implement; a fairly high entry threshold relative to REST [9].

Conclusions

Given all the described advantages and disadvantages of the two most relevant, to date, technological and architectural solutions for building a server API, we can identify several fundamentally important details for the implementation of the server for data exchange three-dimensional models.

The driving force in favor of choosing GraphQL is the fact that this architecture allows you to receive only the necessary data, and thus reduce the size of responses from the server. Given that the bulk of client devices for my service are mobile devices, which have quite strict limitations in their hardware and a significant part of the time will access the service via the mobile Internet, such an opportunity to clearly control the amount of data to download is high priority.

Of course, it is possible to achieve the same effect by creating a large number of individual REST endpoints, but given the potential expansion of service functionality, and hence the complexity of the API structure, in my opinion, more convenient and logical is the choice in favor of GraphQL. Although it requires more labor at the design and development stage, should provide the opportunity to develop the service without the need to support different versions of the API.

References

1. Application programming interface. [Electronic resource] / Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/API>
2. Маций О. Б., Ніжников А. В. Огляд інформаційних сервісів для роботи з тривимірними моделями. Вісник ХНАДУ. Харків. ХНАДУ, 2019. Випуск 87, С. 43-49.
3. Representational State Transfer. [Electronic resource] / Access mode: <https://uk.wikipedia.org/wiki/REST>
4. GraphQL. [Electronic resource] / Access mode: <https://graphql.org>
5. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. [Electronic resource] / Access mode: https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm
6. URL. [Electronic resource] / Access mode: <https://en.wikipedia.org/wiki/URL>
7. HTTP. [Electronic resource] / Access mode: <https://uk.wikipedia.org/wiki/HTTP>
8. HTTP methods. [Electronic resource] / Access mode: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/Methods>

EXPANDING THE COMPUTATIONAL CAPABILITIES OF SOLVING TIGHTLY COUPLED PROBLEMS IN MULTIPROCESSOR SYSTEMS

Master D.M. Moroz

Oles Honch Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Introduction. This paper considers the so-called "blade" server solutions for multiprocessor computing systems, where several same-type mother modules are installed in the same enclosure [1,2]. Practice shows that blade systems are more compact and convenient to maintain, and their implementation is not much more expensive than the multiprocessor computing systems. But thanks to the growing demand and the offer of "blades" configurations in our market, this kind of cluster computing system was designed. In the cluster configuration, six blades and a modular principle for its implementation were selected. This provides, if necessary, its expansion by installing additional modules. Each node operates under its own copy of the operating system. The composition and power of nodes of such a cluster can vary, which allows creating heterogeneous systems. The switching network connects the blades of the multiprocessor computing system to each other. The system contains a separate reconfigurable network for data exchange among computing nodes, additional managed switches that work in parallel, intermediate buffers of switch memory, and also provide network loading of nodes and a mechanism for reserving key components.

There is a wide class of strongly coupled problems [3, 4] which solution by a modular multiprocessor computing system, in its maximum efficiency mode, requires more than six blades. At present, there has not been a proper development or there are no papers devoted to the research of the procedure for pairing modular multiprocessor computing systems. In this connection, this paper aims at solving the problem of pairing of modular multiprocessor clustered computing systems.

Research problem statement, its relevance. Nowadays, there are many different options for making modular clustered computing systems. However, one of the main differences in their design is in the network technology used, which choice is determined, first of all, by the class of problems being solved.

Thus, the topic of making cluster multiprocessor computing systems for today is relevant, interesting and is experiencing a stage of its rapid development. It is also clear that by high-performance clusters an effective method for solving a wide class of strongly coupled problems has been found.

In our opinion, a new qualitative stage in the development of multiprocessor clustered computing systems lies in the field of pairing several modules of multiprocessor computing systems into a single computer system for solving these problems. At present, the problem of pairing modular multiprocessor computing systems has not been properly developed. In addition, there are practically no papers devoted to the integration of modular multiprocessor computing systems

into a single computer system. In this regard, the researches considered in this paper are relevant and aimed at solving a wide range of applied problems.

Research object. The overwhelming majority of functioning supercomputers are in fact multiprocessor parallel computing systems of the MPP (*Massively Parallel Processing*) architecture. Multiprocessor computing systems, designed on the basis of local networks, began to be called "cluster systems" or simply "clusters". This is because the logically mentioned *MPP* system differs little from the usual local network.

The research object is a modular multiprocessor computing system with six blades configuration. Such an approach provides, if necessary, computing system expansion by installing additional modules. This paper also considers the problem of expanding the computational capabilities of a multiprocessor computing system by interfacing several of its modules.

Research main material statement. Thus, there is considered the modules pairing problem of multiprocessor computing systems. Fig. 1 shows the diagram of interfaces between two modules (Module 1 and Module 2) of multiprocessor computing systems. In this diagram, module 1 presents the master node (MNode001) and five slave nodes (Node001, Node002, Node003, Node004, Node005). Such a module also contains a managed switch (MS1), which forms a control network for loading and diagnostics of the cluster module. Data exchange between computing nodes is carried out in a separate network using the channel bonding and VPN mechanism, which allowed increasing the data interchange speed and lowering the channel load among cluster nodes. The channels aggregation is realized by switches MS2 and MS3 on the star network topology.

The use of energy-efficient computing units of the cluster system module allowed to power all slave nodes from one power unit (ATX2), thereby reducing power consumption and increasing the reliability of the system as a whole (less power supply components). The master node is powered by an individual power supply unit (ATX1). The multiprocessor computing system is started and initialized using the control panel (P01).

In the master and computing nodes, the same components are used (motherboards, processors, external network cards, the master node is additionally equipped with a hard disk, CD-ROM, disk drives). A similar configuration is used to make the expansion module (module 2).

The module 1 network interfaces are organized according to the following principle. The integrated network interface (inc001) of the MNode001 node, with the network boot function, is connected to the port 06 of the managed switch 1 of the MS1. The integrated network interface Node001_inc001 of node NNode001 is connected by the input/output to port 01 of the managed switch MS1. Similarly, the remaining nodes of the cluster system are connected to the managed switch 1.

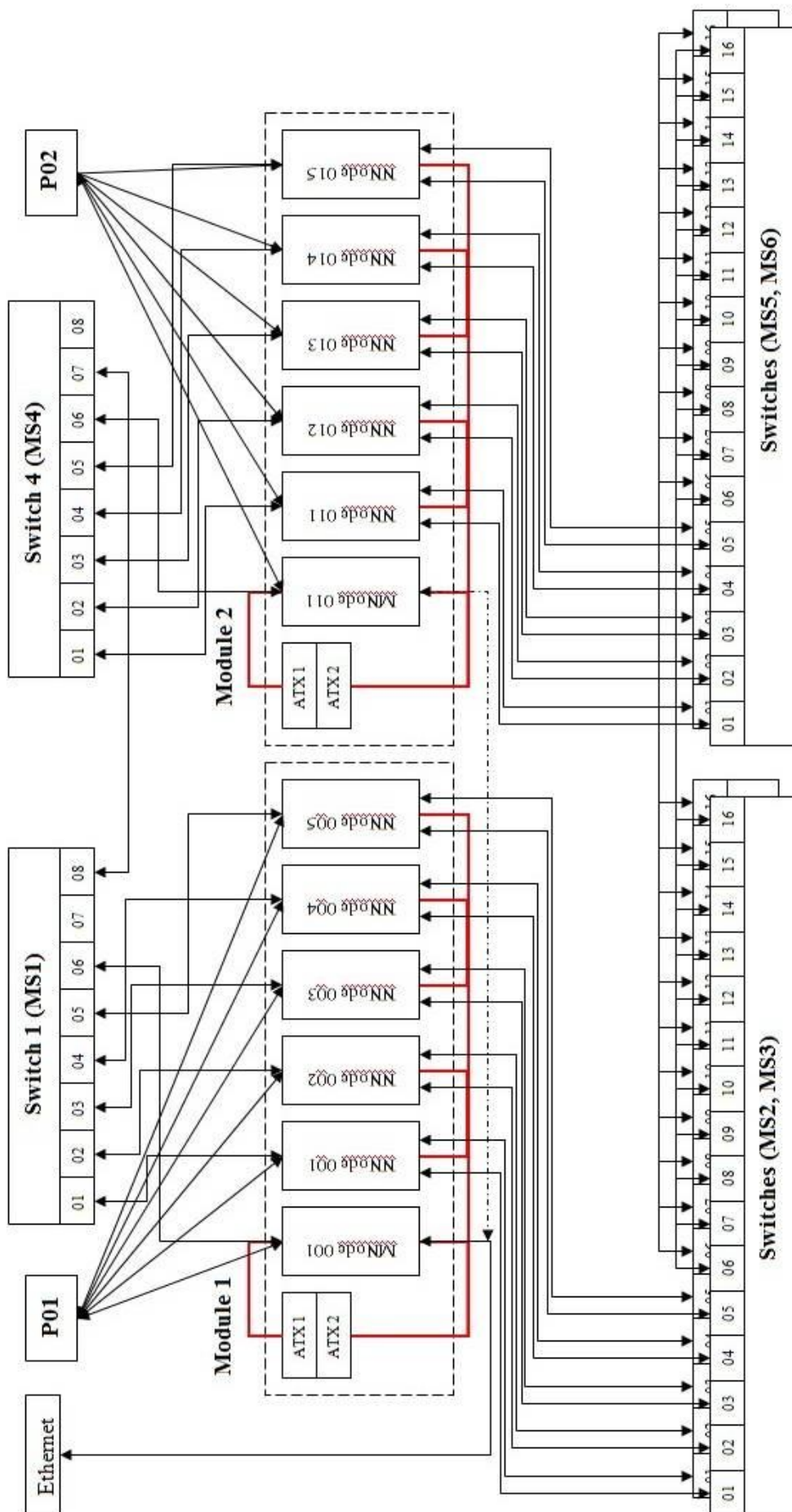


Figure 1 – The interface circuit for the multiprocessor computing systems interface

The cluster network architecture for implementing the channel bonding is implemented as follows. Slave node NNode001 is connected by the input / output: bidirectional external network interface N001,1 Gi_001,1 with 01 port of the managed switch MS2. In addition, such a node is connected by a bi-directional network interface N001,2 Gi_001,2 with 01 port of the managed switch MS3.

Similarly, the other slave nodes of the cluster system are connected to the managed switches MS2 and MS3.

The pairing mode of module 1 and module 2 is implemented as follows. The control networks' pairing is performed on managed switches MS1 and MS4. Port 08 of MS1 is connected to port 07 of MS4. Switching mode of managed switches MS1 and MS4 is realized by cross-connecting of those ports. This approach allows uniting the control networks of the module 1 and module 2 to provide the mode of loading, diagnostics and management of the multiprocessor clustered computing system as a whole.

Pairing of network interfaces in the communication network of module 1 and module 2 is implemented according to the following scheme.

The managed switch MS2 is connected by its ports to the managed switch MS5, and the managed switch MS3 is connected by its ports to the managed switch MS6. The commutation of the ports of these switches is carried out as follows. The port 06 of the managed switch MS2 (MS3) is connected to the port 06 of the managed switch MS5 (MS6), similarly the same ports of these switches are connected from port 07 to port 16. This approach allows combining data networks of multiprocessor computing systems modules without loss of bandwidth.

The operation of the complex multiprocessor computing system starts with the receipt of an external signal of the PUSK control panel P01 of module 1 at the master node MNode001. Download the OS master node from the hard disk or CD / DVD device. Then, a configuration script is run, which configures the DHCP server, in addition, the number of computing nodes of the system is specified, access to the Internet or an external network is allowed, if necessary, basic settings and its parameters are specified.

Master node MNode001 through the network of loading and management (switches MS1 and MS4) initializes and loads the slaves NNode001 - NNode005, NNode011 - NNode015 of the modules of the computing system. This approach allows configuring and reconfiguring the cluster system in the optimal mode and in a short time. Taking into account the fact that the OS is being downloaded over the network, it became necessary to run five computing slaves, which required the implementation of the Power on After Power Fail / Former-Sts mode. On the control network, the slave nodes receive the appropriate settings, are downloaded and wait for a response from the DHCP server. After the corresponding loading of the commands, the work of the paired multiprocessor clustered computing system begins. The switching mode of the managed switches MS2, MS3 and MS5, MS6 is implemented using a cross-panel.

Conclusions

1. The pairing peculiarities of modular multiprocessor computing systems for expanding the possibilities for solving strongly coupled problems are revealed.
2. The data interchange between computing nodes is carried out in a separate network using the channel bonding and VPN mechanism, which increased the data interchange rate and lowered the channel load among cluster nodes.
3. The implementation of the reconfigurable network allows increasing the cluster system efficiency by adapting the system network structure to solve each specific type of problems.
4. The introduction of subnets system loading, diagnostics and data interchange allowed unloading the computing system network to increase its availability and productivity.
5. Introduction of managed switches allows increasing the speed of computing highly constrained problems due to the using VPN mode, which, in its turn, allows dividing program sections into segments that are not related to each other;
6. Implementing an intermediate memory buffer eliminates the need for a data synchronization procedure for network communications, when the process of sending and receiving packs is implemented, for tightly connected problems; it becomes possible to reduce CPU utilization, which increases the efficiency and productivity of the clustered system as a whole.

References

1. Shvachych G.G. Prospects of construction highly-productive computers systems on the base of standard technologies. *Strategy of Quality in Industry and Education* : IV Intrenational Conference. May 30 – June 6. – 2008, Varna, Bulgaria. V. 2. P. 815 – 819.
2. Alishov N.I., Shvachych G.G., Tkach M.A. Study of the efficiency of multiprocessor systems when solving problems with the expandable area calculations. *Journal of Qafqaz University. Mathematics and Computer Science*, Baku, Azerbaijan. 2015. Vol. 1. Numb. 1. P. 3 – 10.
3. Shvachych G., Moroz B., Pobochii I., Ivaschenko O., Busygin V. Maximally parallel forms of distributed simulation of dynamic systems. *World Science*. Poland. 2018. № 4(32). Vol.1. P.12 –19.
4. Shvachych G., Ivaschenko O., Busygin V., Fedorov E. Parallel computational algorithms in thermal processes in metallurgy and mining. *Naukovyi visnyk NHU*. Dnipro. 2018. № 4. P. 129 – 137.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОЯДЕРНИХ ПРОЦЕСОРІВ В БАГАТОПРОЦЕСОРНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Магістр Д.М. Мороз
Дніпровський національний університет
ім. Олеса Гончара, м. Дніпро, Україна.

Вступ. Паралельні обчислення використовуються досить давно, але тільки після 2004 року, коли стало ясно, що подальше швидке застарання тактової частоти ЦПУ проблематичне, почався швидкий розвиток технології багатоядерних процесорів. Техніка паралельних обчислень стала у край актуальній у зв'язку з широким впровадженням віртуалізації та *cloud computing*.

Ресурс збільшення щільності активних елементів на чіпі ще зберігався і саме це зробило багатоядерні процесори привабливими для підвищення продуктивності обчислень. Нині число ядер подвоюється кожні 18 місяців.

Перехід до використання багатоядерних процесорів в промисловості стає усе більш інтенсивним, і тому є вагомі причини. В порівнянні з традиційними однопроцесорними чіпами багатоядерні процесори забезпечують значно велику обчислювальну потужність завдяки паралельній обробці, роблять систему компактніше, а також працюють на менших тактових частотах, що знижує тепловиділення і енергоспоживання системи. Багатоядерні процесори вже зайняли центральне місце в лінійках продуктів провідних постачальників напівпровідникових пристроїв, які сьогодні пропонують мікросхеми з багатьма ядрами.

Постановка проблеми досліджень. Одна з основних проблем використання багатопроесорної системи до розв'язування задач того типу, що розглядається в даній роботі, може бути сформульована таким чином: маємо різницеву сітку розмірності M , час обчислення задачі, розв'язуваної з використанням однопроцесорної системи, позначеної величиною t . Це ключовий параметр. Необхідно істотно зменшити час обчислень, зберігаючи значення величини M . При цьому область обчислень рівномірно розподіляється між вузлами багатопроесорної системи. В роботах [1, 2] розкриваються особливості використання одноподерних процесорів *Intel Pentium 4 3 GHz* для розв'язування прикладних задач металургії. При цьому було показано, що в умовах задачі, яка досліджується, оптимальне число лез кластерної системи буде відповідати $N = 8$. Як показали розрахункові дані, запропонований режим роботи кластера дозволив не тільки підвищити ефективність системи, але й суттєво скоротити час обчислень, з 83,1 до 19,5 с. Разом з тим, зауважимо, що якщо така величина прискорення обчислень не в змозі забезпечити контроль необхідних параметрів технологічних процесів, то в такому випадку необхідно застосовувати більш потужні процесори, наприклад, багатоядерні. З зазначених причин дослідження, які висвітлюються в даній роботі й будуть спрямовано на висвітлення таких питань.

Викладення основного матеріалу дослідження. Для класу задач, які розв'язуються в даній роботі, усі обчислення виконують на базі різницевої сітки. Тоді при аналізі ефективності багатопроцесорної системи найважливішим параметром виявився час розрахунку однієї ітерації (T_{it}) стосовно області обчислень. В умовах застосування багатопроцесорної системи цей показник визначали на підставі такого співвідношення:

$$T = T_n + T_{ex}, \quad (1)$$

тут $T_n = \frac{T_{it}}{N}$, ця величина означає час розрахунку однієї ітерації при використанні N обчислювальних вузлів, с, T_{ex} – час граничного обміну даними між вузлами системи, с. Безпосередньо час розрахунку однієї ітерації при використанні в системі N обчислювальних вузлів можна уточнити за такою формулою:

$$T_n = \frac{E_i \cdot E_y \cdot K_R}{N \cdot V_c}. \quad (2)$$

У виразі (2) E_i – довжина масиву граничної області обчислень, одночасно ця величина визначає довжину різницевої сітки по осі абсцис; E_y – довжина різницевої сітки по осі ординат; K_R – обсяг однієї різницевої комірки типу *Real*8* (64 біт); параметр V_c показує швидкість обчислень при розв'язуванні задач даного класу з використанням пропонованого процесора. Зауважимо, що для відповідних досліджень було обрано процесор *Intel E8400 3 GHz*.

Зазначимо, що обчислювальними методами розв'язування задач теплопровідності слугували числово-аналітичні схеми підвищеного порядку точності, висвітлені в роботах [3,4]. За основу для визначення часу граничного обміну даними в кластерній системі при роботі в режимі дефіциту її мережевого інтерфейсу [1] було виведено співвідношення, яке набуло такого вигляду:

$$T_{ex} = \frac{m \cdot (N-1) \cdot E_i \cdot K_R}{k \cdot d \cdot V_p}, \quad (3)$$

У виразі (3) значення m може дорівнювати одиниці в умовах одностороннього режиму граничного обміну даними, або двом, коли він двосторонній; V_p – пропускна здатність мережі в системі, Гбіт/с; k – кількість каналів зв'язку обчислювальної мережі, які працюють одночасно (кількість обчислювальних мереж), d – напівдуплексний ($d = 1$), або дуплексний ($d = 2$) режим роботи обчислювальної мережі в багатопроцесорній системі.

У зазначених умовах можна обчислити загальний час розрахунку однієї ітерації, до складу якого буде входити, власне, час розрахунку однієї ітерації

при використанні N вузлів багатопроцесорної системи і час граничного обміну даними залежно від кількості вузлів N , тобто

$$T = \frac{E_i \cdot E_y \cdot K_R}{N \cdot V_c} + \frac{m \cdot (N-1) \cdot E_i \cdot K_R}{k \cdot d \cdot V_p}. \quad (4)$$

Аналіз співвідношення (4) показує, що після розподілу області обчислень між вузлами вдалося зменшити обсяг розрахунків, виконуваних кожним його лезом. Для розрахунку прискорення й ефективності системи за основу були взяті загальноприйняті в теорії паралельних обчислень формули. Було виведено аналітичне співвідношення для оцінювання ефективності багатопроцесорної системи через її параметри, тобто

$$Q = \frac{T_{it} \cdot k \cdot d \cdot V_n \cdot N}{T_{it} \cdot k \cdot d \cdot V_n \cdot N + N^2 \cdot m \cdot (N-1) \cdot E_i \cdot K_R}. \quad (5)$$

Показники ефективності багатопроцесорної системи одночасно визначались за поданими вище формулами (3 – 5) і за допомогою експериментальних розрахунків. Було помічено збіг отриманих результатів, що пояснюється характером обчислень.

У другій частині досліджень набули подальшого розвитку методи аналізу ефективності багатопроцесорної модульної обчислювальної системи для багатоядерних процесорів. Причому основна увага приділялась особливостям впливу мережевого інтерфейсу розробленої системи на показники її ефективності.

Далі, розглядаючи багатопроцесорну систему в умовах виконуваного експерименту, встановимо в ній кількість вузлів, що може забезпечити якнайефективніше розв'язування задачі. При цьому в роботах [1] показано, що швидкість обчислень зростатиме приблизно до моменту, коли

$$T_{calc} \approx T_{ex}. \quad (6)$$

Таким чином, на підставі співвідношення (6) можна розрахувати кількість вузлів у кластерній обчислювальній системі, потрібну для ефективного розв'язування задачі. Враховуючи співвідношення (4), отримують аналітичні вирази для визначення оптимального числа вузлів кластерної системи, при її роботі в режимі дефіциту мережевого інтерфейсу, тобто

$$\frac{T_{calc}}{N} \approx \frac{m \cdot (N-1) \cdot E_i \cdot K_R \cdot K_{pr}}{k \cdot d \cdot V_p}. \quad (7)$$

Користуючись виразом (7), можна отримати два рівняння відносно N для визначення оптимального числа вузлів кластерної системи, при якому загальний час обчислень, потрібний для розв'язування задачі, буде мінімальним. У зв'язку з цим рівняння (7) зводиться до квадратичного вигляду, тобто

$$N^2 - N - \frac{E_y \cdot k \cdot d \cdot V_p}{m \cdot V_c} = 0. \quad (8)$$

Результатом розв'язку цього рівняння, за умови додатних значень заданих у ньому коефіцієнтів, будуть два корені, один з них додатний, а другий – від'ємний. З урахуванням прийнятих фізичних умов задачі необхідно брати додатне значення кореня.

Висновки. Отже, маємо передумови для кількісного оцінювання ефективності багатопроцесорної системи. У рамках цього завдання оптимальне число вузлів у кластерній системі, при якому досягається максимальна ефективність розпаралелювання, $N = 4$. Як показали розрахункові дані, запропонований режим роботи кластера дозволив не тільки підвищити ефективність системи, але й суттєво скоротити час обчислень, з 83,1 до 8,3 с.

Проведені теоретичні дослідження повністю узгоджуються з результатами експериментальних розрахунків основних характеристик ефективності багатопроцесорної системи. Розроблений у даному дослідженні підхід до визначення показників ефективності багатопроцесорної кластерної системи дозволяє не тільки виконувати процедуру узгодження технічного устаткування таких систем, а також він створює можливість проектувати їх з наперед заданими характеристиками, що відіграє дуже важливу роль у розробці нових технологічних процесів, а також у розв'язуванні багатовимірних задач.

Посилання

1. Швачич Г.Г., Іващенко О.В., Бусигін В.В. Деякі особливості конструювання високоефективних багатопроцесорних систем. *Теоретичні та прикладні аспекти розвитку науки* : матеріали III міжнар. наук.-практ. конф., (частина IV), м. Київ, 6 - 7 грудня 2017 р. Київ : МЦНД, 2017. С. 47-49.
2. Ivaschenko O.V. On the problem of modelling multiprocessor system architecture. *Стратегія якості в промисловості і освіті* : матеріали XV міжнар. конф., м. Варна, 3-6 червня 2019 р. Варна. Болгарія. 2019. С. 389-397.
3. Швачич Г.Г., Іващенко В.П., Іващенко О.В. Чисельно-аналітична концепція розв'язків прикладних задач на основі схем підвищеного порядку точності. *Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація*. Дніпро. 2017. № 1. С. 85-89.
4. Shvachych G., Mamuzic I., Ivaschenko O., Moroz B., Hulina I. Maximum parallel forms of difference scheme algorithms in applied problems of metallurgical thermal physics. *Materials and Metallurgy* : 14 International Symposium of Croatian Metallurgical Society SHMD. CROATIA. 2020. P. 442.

ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ АКУСТИЧНИХ ПРУЖНИХ ХВИЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ НАДІЙНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОНОЛІТНИХ І БАГАТОШАРОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НЕРУЙНІВНИМ ІМПУЛЬСНИМ МЕТОДОМ

Проф., канд. техн. наук Я.О. Сєріков

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна*

Використання пружних акустичних хвиль для дослідження надійності монолітних бетонних і багатошарових конструкцій при їх експлуатації неруйнівними методами є актуальним напрямком. Необхідність подальшого розвитку цього напрямку досліджень визначена широким застосуванням такого типу конструкцій як у галузі житлового, так і промислового, інфраструктурного будівництва міст. Вибір напрямку неруйнівного дослідження обумовлений характеристиками таких методів – збереження матеріалу досліджуваних конструкцій, достатньою точністю й достовірністю даних вимірювань, оперативністю одержання кінцевих результатів [1, 2]. Особливістю таких конструкцій є те, що для багатошарових матеріалів характерним є сполучення декількох шарів, що відрізняються, фізико-механічними властивостями.

Геометричні розміри та технологія виготовлення конструкцій з монолітного бетону також визначає специфічні особливості формування структури таких матеріалів. Дослідження свідчать, що означені відмінності у структурі багатошарових і монолітних будівельних матеріалів висувають нові вимоги до метрологічного інструментарію аналізу їх надійності з застосуванням неруйнівних методів при експлуатації в конструкціях. Це визначено наступним. Відхилення в режимах технологічних процесів при виготовленні багатошарових конструкційних будівельних матеріалів викликають виникнення ділянок у з'єднуючому шарі, що призводить до зниження міцності конструкції в цілому, а при спорудженні монолітних конструкцій – виникають площини розшарування монолітного бетону [3-5]. Очевидно, що такі дефекти призводять до зниження фізико-механічних характеристик конструкцій у цілому, а отже й до зниження їх надійності в процесі експлуатації. При чому, описані види дефектів, як правило, не спостерігаються в матеріалах і конструкціях, що виготовлені з використанням одношарових будівельних матеріалів.

Виявлення описаних вище типів дефектів у багатошарових конструкційних будівельних матеріалах та в монолітних бетонах та є актуальним завданням, яке практично неможливо вирішити з використанням відомих методів та існуючих приладів, що дозволяють вимірювати параметри інформаційного сигналу поздовжньої, поперечної або поверхневої хвиль [1, 2]. Виходячи з цього, вирішення завдання розробки нових чи модернізація існуючих методик неруйнівного контролю й апаратури для дослідження

надійності конструкцій, виготовлених з розглянутих будівельних матеріалів, тобто у монолітних і багатошарових конструкціях на основі використання пружних хвиль є актуальним. Реальним напрямком вирішення завдання є застосування імпульсного неруйнівного методу, який полягає у випромінюванні зондувального сигналу пружної акустичної хвилі в досліджуваній матеріал конструкції й фіксуванні відповідних характеристик інформаційного сигналу [1].

Очевидно, що першим етапом вирішення поставленого завдання є теоретичне обґрунтування відносно типів пружних хвиль, що забезпечать визначення розглянутих типів дефектів. Умови поширення зондувального і формування типів пружних хвиль, амплітудно-частотних характеристик інформаційного сигналу при розглянутому напрямку досліджень характеризується рядом особливостей. До них відносяться як особливості структурних і фізико-механічних властивостей таких матеріалів, так і розміри й форма дефектів, що зустрічаються найбільше часто [2, 3, 5].

На етапі постановки завдання обумовимо, що розміри структурних неоднорідностей у досліджуваних матеріалах є значно більшими за довжину хвилі зондувального сигналу. Це призводить до того, що випромінювальний перетворювач фактично представляється джерелом генерування сферичних хвиль (рис. 1). З огляду на це, при дослідженні характеристик акустичних хвиль, з метою виявлення закономірностей зв'язку «структура досліджуваного матеріалу – параметри інформаційного сигналу», були прийняті принципи геометричної акустики, яка розглядає тільки головні напрямки поширення пружних коливань і не враховує їх розсіювання через дифракцію й інтерференцію хвиль.

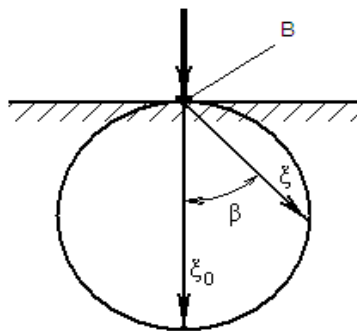


Рисунок 1. Діаграма спрямованості точкового випромінювача пружної хвилі:

В – точковий випромінювач; ξ_0 – напрям розповсюдження фронту пружної хвилі; β – кут розкриття діаграми спрямованості.

В геометричній акустиці основними є відомі принципи Гюйгенса й Ферма. Відповідно до принципу Гюйгенса кожен фронт пружної хвилі в початковий момент часу t_0 можна представити у вигляді елементарного джерела коливань. Аналітичним виразом, що представляє принцип Гюйгенса, є диференціальне рівняння Гамільтона, яке є рівнянням поля часів t :

$$\left(\frac{dt}{dX}\right)^2 + \left(\frac{dt}{dY}\right)^2 + \left(\frac{dt}{dZ}\right)^2 = \frac{1}{v^2(X, Y, Z)}, \quad (1)$$

де (X, Y, Z) – заданий розподіл швидкості пружної хвилі в середовищі (для поздовжньої або поперечної хвилі).

У результаті вирішення цього рівняння одержується наступний вираз для хвильового фронту:

$$S \cdot (X, Y, Z, t) = 0.$$

При цьому слід зазначити, що для однорідного ізотропного середовища рівняння Гамільтона приймає такий вигляд:

$$t = \frac{1}{v} \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}, \quad (2)$$

де X, Y, Z – координати точки визначення t .

Даний вираз є функцією поля часів, яке являє собою сферичну поверхню.

У процесі поширення пружної акустичної хвилі, збудженої точковим джерелом, її фронт, залежно від пружних властивостей контрольованого матеріалу, займає в ньому в однакові моменти часу різні положення. Поверхні матеріалу, у разі його багат шарової структури, з якими фронт хвилі співпадає в різні моменти часу, є ізохронами. В однорідному середовищі діаграма спрямованості точкового джерела збудження пружної хвилі (ξ) являє собою сферичну поверхню. Ця хвиля є прямою. У багат шаровому та середовищі з дефектом, що має значні розміри, така хвиля, досягши границі розділу середовищ, буде відбиватися й переломлюватися (рис. 2, 3). Так, наприклад, при падінні поздовжньої хвилі P_1 під кутом α на плоску гладку границю розділу двох середовищ утворюються чотири вторинні хвилі (рис. 2). Дві з них – поздовжня P_{11} і поперечна $P_1 S_1$, поширюються в першому шарі досліджуваного дво шарового матеріалу, тобто в тому ж середовищі, що й падаюча хвиля. Ці хвилі є відбитими. Дві інші – поздовжня P_{12} і поперечна $P_1 S_2$, проходять через границю розділу в друге середовище і є проходящими. Необхідною умовою для утворення відбитих хвиль на межі розділу середовищ є достатнє розходження у величинах їх акустичних (хвильових) опорів – добутку $(\rho \cdot v)$. Це слідує з формули

$$\frac{A_{отр}}{A_{пад}} = \frac{\rho_1 \cdot v_1 \cdot \rho_2 \cdot v_2}{\rho_1 \cdot v_1 + \rho_2 \cdot v_2} = A_{pp}, \quad (3)$$

де $A_{отр}$, і $A_{пад}$ – амплітуди відбитої й падаючої хвиль; ρ_i, v_i – відповідно питома щільність середовища (матеріалу) і швидкість поширення в ньому пружної хвилі; $(\rho_1 \cdot v_1)$ і $(\rho_2 \cdot v_2)$ – відповідно хвильові опори першого й другого шару середовища.

У розглянутому випадку $(\rho_1 \cdot v_1)$ – хвильовий опір першого (верхнього) шару середовища, в якому поширюються поздовжня P_{11} і поперечна $P_1 S_1$ хвилі; $(\rho_2 \cdot v_2)$ – хвильовий опір другого (нижнього) шару, в якому поширюються хвилі поздовжня P_{12} і поперечна $P_1 S_2$. Формула (3) справедлива

для випадку, коли $\alpha = 0$, тобто коли фронт поширення пружної хвилі перпендикулярний до відбиваючої поверхні. З формули (3) виходить, що зсув часток середовища (їх стискування чи розтягування), що спостерігається при поширенні пружних коливань, на фронті відбитої хвилі має такий же характер, як і на фронті падаючої в тому випадку, якщо $A_{pp} > 0$ ($\rho_1 \cdot v_1 < \rho_2 \cdot v_2$) і має протилежний – коли $A_{pp} < 0$.



Рисунок 2. Схема утворення відбитих і проходящих хвиль при дослідженні двошарового будівельного матеріалу чи наявності площини розшарування у монолітному бетоні:

($\rho_1 \cdot v_1$) і ($\rho_2 \cdot v_2$) – хвильові опори першого й другого шару середовища; P_1 – зондувальний сигнал; P_{11} – відбита хвиля; $P_1 S_1$ – відбита зсувна хвиля; $P_1 S_n$ – поздовжня і поперечна пружні хвилі; P_{12} – проходяща хвиля; $P_1 S_2$ – приходяща зсувна хвиля; β_m – кут розкриття діаграми спрямованості пружної хвилі; α_k – фронт поширення (кути падіння і відбиття) пружної хвилі; ZR – хвильовий опір середовища; R – характеристики межі розділу середовищ.

Розглядаючи умови формування відбитих хвиль у багатошаровому середовищі, аналіз яких є необхідним, слід вказати, що на додаток до існування нерівності ($\rho_1 \cdot v_1 \neq \rho_2 \cdot v_2$), яке фактично відбиває ступінь розходження у фізико-механічних властивостях шарів, потрібно аналізувати й характеристики межі розділу середовищ.



Рисунок 3. Схема утворення переломлених хвиль при дослідженні двошарового будівельного матеріалу чи наявності площини розшарування у монолітному бетоні:

($\rho_1 \cdot v_1$) і ($\rho_2 \cdot v_2$) – відповідно хвильові опори першого й другого шару середовища; β_m – кут розкриття діаграми спрямованості; α_k – фронт поширення пружної хвилі; ZR – хвильовий опір середовища; R – характеристики межі розділу середовищ.

Числове значення $\rho_1 \cdot v_1 \neq \rho_2 \cdot v_2$ визначає, в основному, амплітудні характеристики пружних хвиль, тобто параметри межі розділу (в якості якої може слугувати дефект відповідного розміру), які зумовлюють і частотний спектр – у розглядуваному випадку довжину хвилі зондувального сигналу [3, 5]. Слід зазначити, що для забезпечення необхідної надійності результатів необхідно дотримуватися певного співвідношення між довжиною хвилі (λ) зондувального сигналу й розмірами неоднорідності структури (l), яка фізично представляє межу розділу матеріалу чи матеріалів (рис. 2, 3).

Висновки.

1. Поширення пружних хвиль, відбитих від границь шарів багатошарових матеріалів, які відрізняються величиною ($\rho_i \cdot v_i$) або від ділянки одношарового середовища на якій параметр ($\rho_i \cdot v_i$) має дискретну зміну в порівнянні з акустичним опором у масиві, супроводжується формуванням ряду типів хвиль, параметри яких дозволяють визначити надійність досліджуваної конструкції.

2. Реєстрація часу поширення переломленої пружної хвилі дозволяє вирішувати наступні завдання: - визначати глибину залягання та розміри переломлюючої границі відносно поверхні виробу; - встановлювати залежність $V(H)$ за годографами рефрагованих хвиль і будувати розрізи, що дає можливість оцінювати зміну міцності матеріалу в конструкції за глибиною.

Посилання

1. Шутенко Л. Н., Серіков Я. О., Золотов С. М. Дослідження будівельних матеріалів та конструкційних елементів будинків і споруд ультразвуковими методами. Монограф. Київ : Техніка, 2005. – 210 с.
2. Серіков Я. А. Анализ методов неразрушающего контроля качества строительных материалов и изделий, основанных на упругих колебаниях / Труды VII Междунар. науч.-практ. конф. «Развитие жилищной сферы городов», МГАКХиС, Москва : 2009. С. 399 – 403.
3. Серіков Я. О. Проблеми розвитку і впровадження ультразвукового імпульсного методу в завданні вимірювання параметрів для визначення фізико-механічних характеристик бетону експлуатованих будинків і споруд / Наук.-виробн. журн. «Метрологія та прилади», Харків : ХНУРЕ, 2019, №5, С. 56 – 61.
4. Serikov J.A. Improvement of the Methods and Means Used in Nonlinear Acoustics for Diagnostics of Items/Nonlinear Acoustics at the beginning of the 21st Century/ 16-th International Symposium on Nonlinear Acoustics «ISNA – 16», Москва : 2002. – v. 2. P. 843 – 846.
5. C. Zhang, W-Jjin, H. Liu and H. Zhang. Study on Ultrasonic Evaluation of Cement Bond Quality in Oil Wells., Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences / 5th World Congress on Ultrasonics Institut Biomedical des Cordeliers Universite Pierre et Marie Curie Paris, France 7-10 September 2003. p. 86 – 90.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ИНТЕГРИРУЮЩИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛ И МОМЕНТОВ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Доц. д-р инж. Стоянов Свилен Христов,
Добруджанский технологический колледж, г. Добрич
Технический университет-Варна, Варна, Болгария

Гл.ас. д-р инж. Захариева Снежинка Любомирова,

Кафедра Электроника, Русенский университет "Ангел Кънчев", Русе, Болгария

Введение

Интегрирующие измерительные преобразователи специально разработаны для исследования сил и моментов в режиме реального времени. В качестве преобразователя используется полный тензометрический мост. При больших деформациях допустимо использование тензометрического полумоста. Характерной особенностью преобразователей является метод преобразования механических напряжений в частоту или период. Преобразователь двухсторонний, то есть, он позволяет отчитывать направление сил или приложенные моменты и отображать измеренные значения на дисплее с помощью специально разработанного программного обеспечения или контроллера ПЛК. Основным параметром качества интегрирующих преобразователей является приведенная погрешность нелинейности, которая является комплексным показателем, определяющим работу всех блоков преобразователя в качестве измерительного прибора.

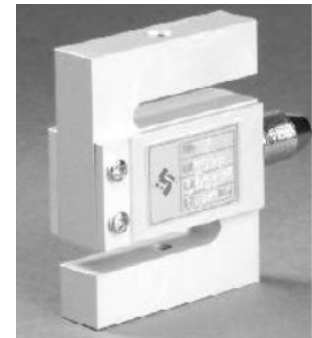


Рис.1.
Тензометрический мост

Преобразователь может работать с любыми тензодатчиками заводского изготовления, типа изображенного на рис. 1.

Изложение

1. Объект исследования

Схема интегрирующего измерительного преобразователя показана на рисунке 2. Принципиальная схема преобразователя содержит дифференциальный усилитель DA с коэффициентом усиления k_{DA} , интегратор I с постоянной времени t_I и компаратор C. Измерительная диагональ моста соединена с входами дифференциального усилителя. Он усиливает напряжение V_B , которое возникает, когда мост B разбалансируется при изменении нагрузки тензодатчиков R_T . Уравнение преобразования:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\beta}{4\tau_I(1-\beta)} + \frac{k_{DA}}{8\tau_I(1-\beta)} \delta R \quad (1)$$

Где β - коэффициент делителя напряжения, образованного резисторами R_1 и R_2 , $\beta = R_2 * (R_1 + R_2)$, а δR изменение относительного сопротивления тензорезисторов.

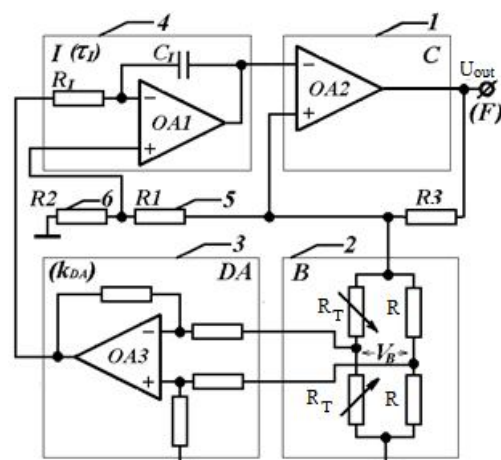


Рис.2. Принципиальная схема преобразователя

Из формулы выходной частоты 2 видно, что при условии 2 преобразователь является линейным как для положительного, так и для отрицательного δR .

$$\frac{k_{DA}}{8\tau_i(1-\beta)}|\delta R| < \frac{\beta}{4\tau_i(1-\beta)} \quad (2)$$

На базе полученных до этого момента основных метрологических характеристик развертываемого преобразователя частоты с прямым преобразованием и частотным выходом, необходим дальнейший анализ ошибок, которые определяют возникновение нелинейности и изменение выходной частоты.

2. Основные погрешности интегрирующего преобразователя.

Основные погрешности, напрямую влияющие на метрологические характеристики преобразователя, погрешности для анализа и дальнейшего моделирования:

2.1. Погрешность неравенства выходных напряжений компаратора

Неравенство выходного напряжения приводит к изменению выходной частоты преобразователя, что приводит к скорректированной выходной частоте f^* уравнения преобразования. Было показано, что выходная частота преобразователя зависит только от относительной погрешности выходного напряжения компаратора δU_{out} – формула 3 и то в квадратичной зависимости.

$$f^* = \frac{1}{T^*} = \frac{1}{T} \left(\frac{1 - \delta U_{out}^2}{1} \right) = \left(\frac{\beta}{4\tau_i(1-\beta)} + \frac{k_{DA}}{8\tau_i(1-\beta)} \delta R \right) (1 - \delta U_{out}^2) \quad (3)$$

2.2. Погрешность от задержки при переключении компаратора

При анализе преобразователя считается, что, когда выходное напряжение интегратора достигает порогового напряжения переключения $V_{пр}$ компаратора, последний немедленно переключает свой выход из одного состояния в другое. На самом деле, изменение состояния компаратора зависит от времени сравнения входного сигнала с опорной (фиксированной) величиной и временем переключения при равенстве потенциалов двух входов, и это действие повторяется в обоих полупериодах T_1 и T_2 . Выходная частота определяется периодом T^* , включая задержку ΔT компаратора:

$$f^* = \frac{1}{T^*} = \frac{1}{T + 4\Delta T} = \frac{1}{\frac{8\tau(1-\beta)}{2\beta + k_{DA}\delta R_X} + 4\Delta T} = \frac{1}{\frac{8\tau(1-\beta) + 2\beta + k_{DA}\delta R_X 4\Delta T}{2\beta + k_{DA}\delta R_X}} = \frac{2\beta + k_{DA}\delta R_X}{8\tau(1-\beta) + 2\beta + k_{DA}\delta R_X 4\Delta T} \quad (4)$$

2.3. Погрешности от инерционности интегратора

Одним из наиболее проблемных устройств в преобразователе является интегратор. При работе необходимо выбрать режим с точно определенными входными напряжениями, использовать высокоточные конденсаторы с низким коэффициентом поглощения, точные резисторы, быстрые операционные усилители с высокой скоростью нарастания выходного напряжения и более высокими рабочими частотами.

Чтобы исследовать влияние инерции операционного усилителя интегратора на преобразователь, необходимо проанализировать погрешность его выходного напряжения, которая возникает, когда компаратор переключается из одного состояния в другое. В этот момент происходит начальный скачок выходного напряжения, и после некоторого времени задержки t_d , зависящего от инерции операционного усилителя, выходное напряжение такое же, как у идеального интегратора, или после времени задержки t_d фактическая выходная характеристика параллельна идеальной.

Чтобы минимизировать ошибки интегрирования, необходимо ограничить диапазон выходной частоты снизу, чтобы обеспечить соотношение: $f \ll kR_1C$. С другой стороны, есть две вещи, связанные с увеличением частоты входного сигнала. Во-первых, это

влияние инерционности интегратора, а во-вторых, уменьшение его коэффициента усиления из-за выходного делителя, состоящего из выходного резистора, ОУ и реактивного сопротивления интегрирующего конденсатора С. Реальный отклик интегратора из-за чистой задержки t_d приводит к изменению выходной частоты f^* :

$$f^* = \frac{1}{T^*} = \frac{1}{T + 4t_d} \quad (5)$$

Выходное напряжение интегратора V_{out} в момент времени t при нулевых начальных условиях и при скачке входного напряжения от 0 до V_{IN} определяется следующей формулой:

$$V_{OUT}(t) = -kV_{IN} \left(1 - e^{-\frac{t}{k\tau}} \right) + V_{IN} \frac{\tau_0 + \tau_{OUT}}{k\tau} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_0/k}} \right) + V_{IN} \frac{\tau_{OUT}}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau_0/k}} \quad (6)$$

где: V_{IN} - входное напряжение интегратора; k - усиление ОУ; τ_0 - постоянная времени выходного безинерционного блока интегратора или постоянная времени однократного усиления ОУ.

В формуле 6 переходная характеристика интегратора состоит из трех частей. Первая часть практически представляет собой характеристику идеального интегратора, вторая - несовершенного интегрирующего блока первого порядка, а третья - несовершенного дифференцирующего блока первого порядка. Определение t_d выполняется путем применения $t = t_d$, $V_{OUT}(t_d) = 0$ и решения уравнения для определенного периода времени, который, в основном, зависит от продолжительности переходного процесса, соответственно значений постоянных времени.

3. Исследование влияния погрешностей

Влияние погрешностей может быть определено путем моделирования уравнения преобразования и включения дополнительных модулей, которые учитывают влияние ошибок соответственно выведенным формулам путем изменения выходной частоты. Одновременное влияние трех ошибок требует комплексного анализа, т.е. влияние каждой погрешности на изменение базовой частоты и исследование приведенной погрешности нелинейности при работе преобразователя в целом.

3.1. Моделирование уравнения преобразования преобразователя

Уравнение преобразования моделируется в модуле «Subsystem» - рис. 3. Значения элементов, включенных в уравнение преобразования: резистор интегратора 10 кΩ, конденсатор интегратора 2нF, тензодатчики с омическим сопротивлением 100Ω, коэффициент делителя напряжения $\beta = 0,115$.

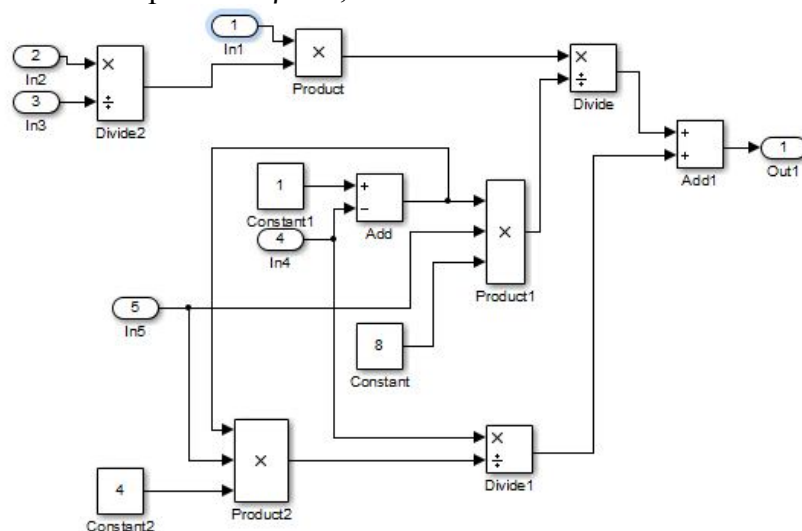


Рис.3. Моделирование уравнения преобразования

3.2. Моделирование погрешности из-за неравенства выходных напряжений компаратора.

Моделирование погрешности из-за неравенства выходных напряжений реализовано на рис. 4. Заданы начальные условия для проведения моделирования: биполярное выходное напряжение 5V - блок Uout и изменение выходных напряжений в интервале $\Delta U_{out} = 0 \div 1$ V - блок deltaUout. Двустороннее изменение сопротивления тензодатчиков задается от -0,5 до +0,5 Ω с шагом 0,1 Ω - блок deltaR и начальные условия работы - рис. 4 - всего 11 значений: 5 положительных, ноль и 5 отрицательных. Между двумя соседними шагами (интервалом) установлено вычисление 10 значений.

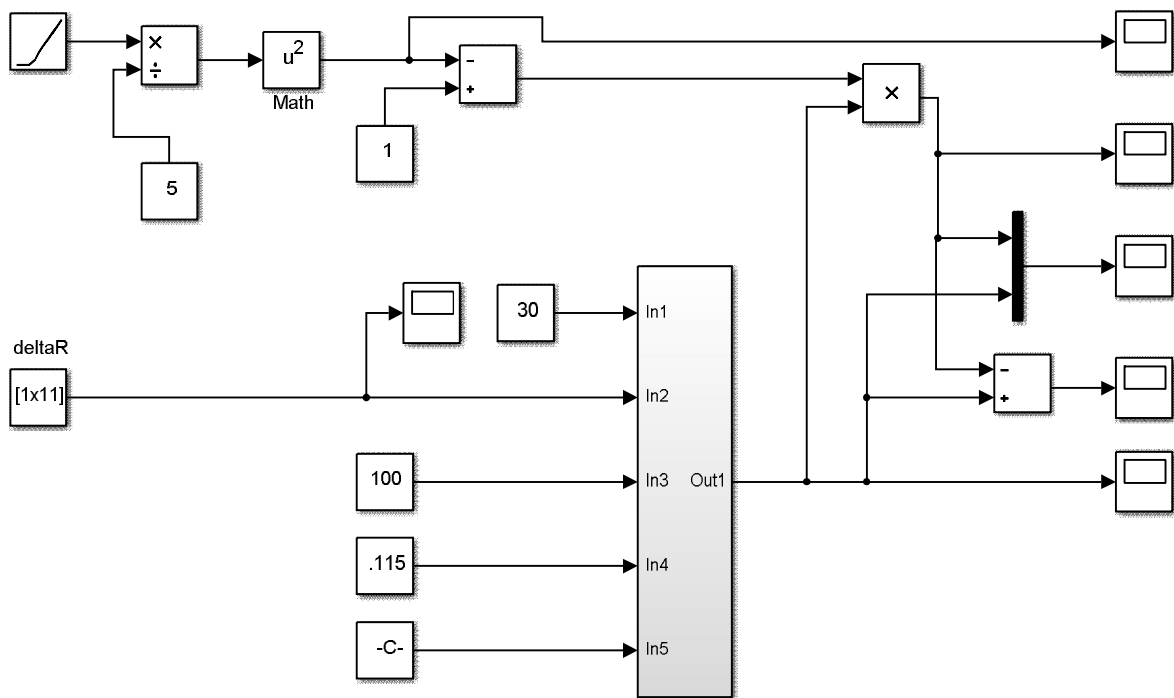


Рис. 4. Моделирование погрешностей неравенства выходных напряжений.

3.4. Моделирование погрешности из-за задержки при переключении компаратора

К модели, показанной на рис. 4, были добавлены дополнительные модули, для учета влияния погрешностей задержки времени. При общем моделировании уравнения преобразования и исправлении погрешностей из-за неравенства выходных напряжений и задержек компаратора и интегратора необходимо согласовывать модельные времена и изменения значений переменных. С учетом возможностей моделирования и влияния различий выходных напряжений ΔV_{out} в новой модели задано изменение значений выходного напряжения ΔV_{out} в интервале $-0,5 \div +0,5$ V. Добавление дополнительного периода задержки компаратора осуществляется путем преобразования основной частоты в период - блок Math Function1 - рис. 5. и после операций преобразуется обратно в частоту - блок Math Function2.

3.5. Моделирование погрешности из-за задержки при переключении интегратора

Время задержки - это временной интервал переходного процесса - t_d , реализующий задержку интегрирующего блока. На рисунке 6 показано моделирование формулы 6 в MATLAB. Первая часть уравнения моделируется в Subsystem I, а вторая и третья - в Subsystem II. Для определения влияния входных напряжений на выдержку времени устанавливаются входные напряжения от 1 до 5 mV, с шагом 0,1 V - блок V_{in} .

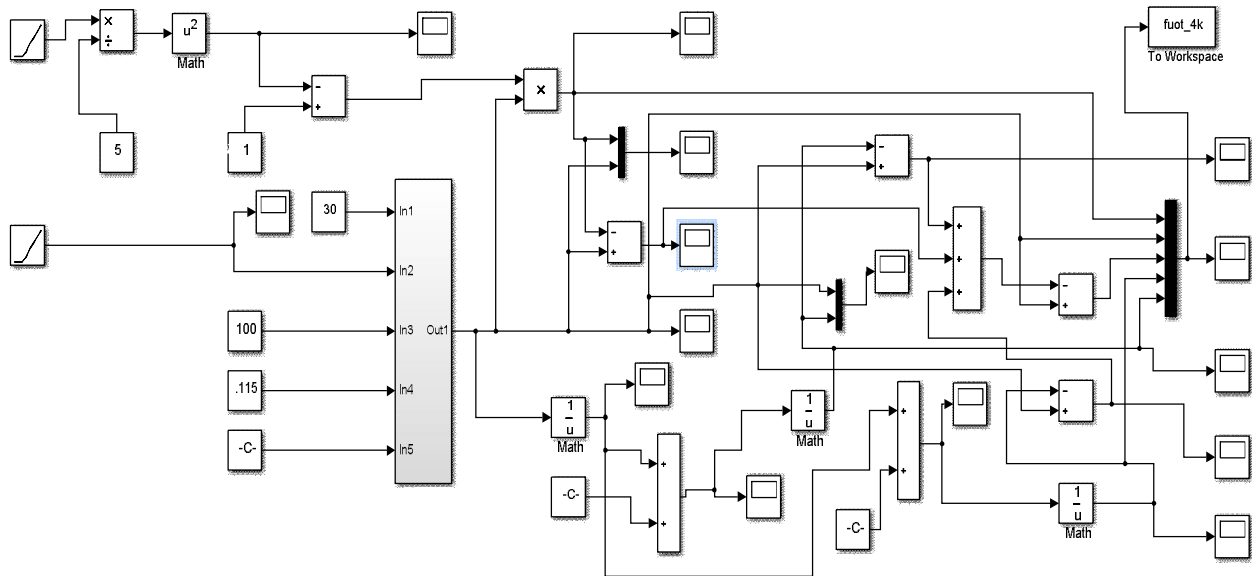


Рис. 5. Моделирование работы преобразователя

Первое напряжение V_{out1} получается из первой части уравнения 6, V_{out2} из второй части уравнения 6 и V_{out3} из третьей части уравнения 6. Выходное напряжение интегратора V_{out} представляет собой сумму мгновенных значений трех напряжений как функцию времени t . Визуализируются три компонента уравнения интегратора - V_{out1} (Scope1); - V_{out2} (Scope2); - V_{out3} (Scope3) и выходное напряжение V_{out} .

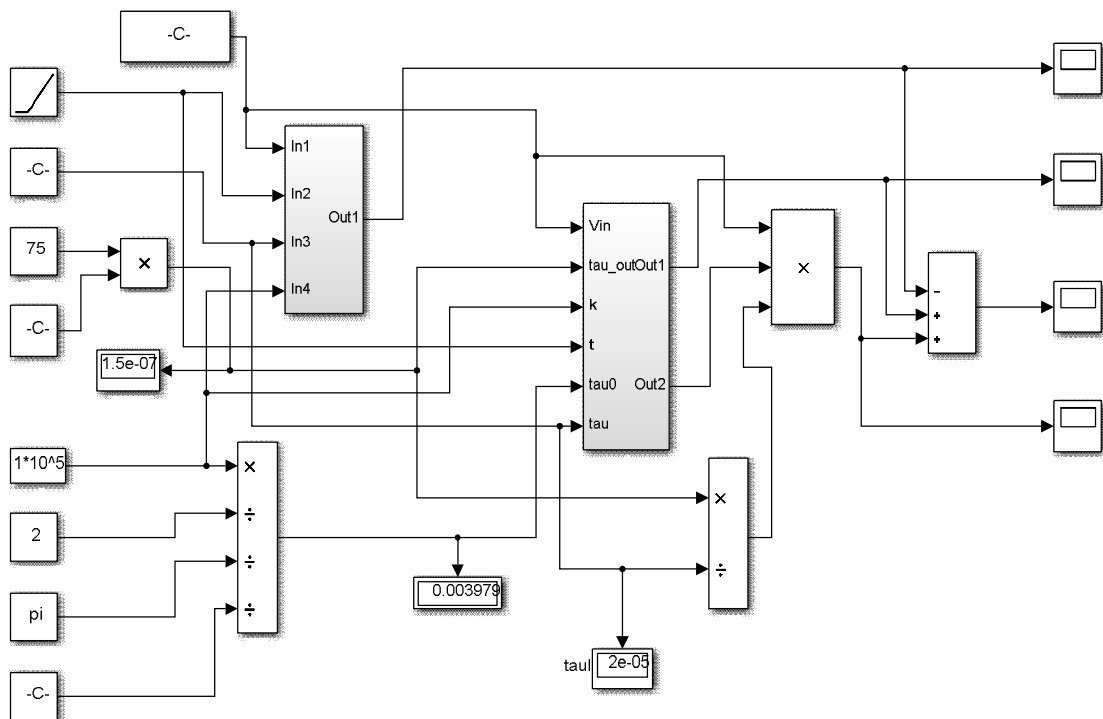


Рис. 6. Моделирование работы интегратора

Для моделирования работы интегратора в преобразователе были введены блок MathFunction3 и устройства вывода $(f, f^*) t_d$ и $(f-f^*) t_d$. – рисунок 5.

3.6. Моделирование влияния погрешностей интегратора и компаратора в составе преобразователя.

На рис. 7 представлена обобщенная графика частот с учетом влияния трех исследуемых составляющих.

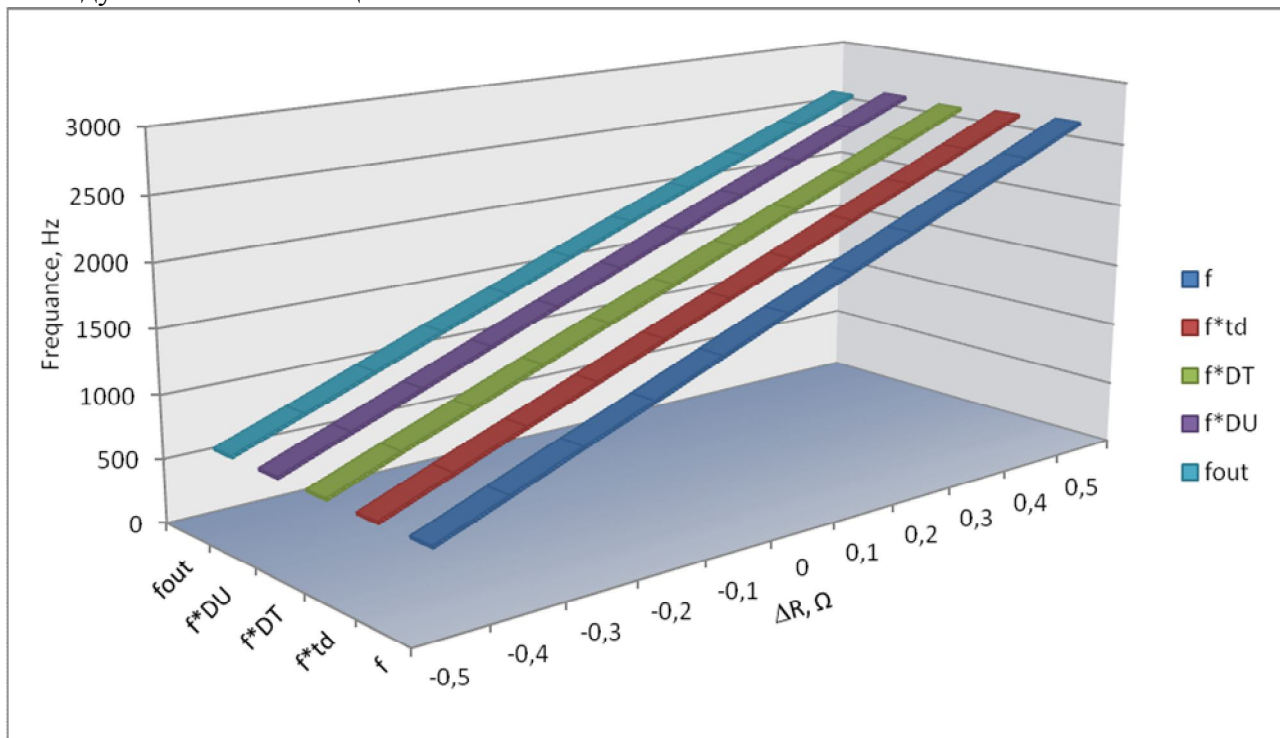


Рис.7. Обобщенная графика влияния ошибок выходной частоты

Таблица 1. Сводная таблица влияния погрешностей моделируемых частот

$R_{11}/R_{13}, \Omega$	f	$f \cdot t_d$	$f \cdot \Delta T$	$f \cdot \Delta V$	f_{out}	f_{out_lin}	$\gamma_{lin}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
99,5/100,5	564,9718	564,1727	563,0631	559,3220	557,3334	557,3334	0
99,6/100,4	776,8362	775,3263	773,2321	771,8644	768,1092	762,84513	0,2561
99,7/100,3	988,7006	986,2562	982,8700	985,1412	979,0658	968,35686	0,5210
99,8/100,2	1200,5650	1196,9626	1191,9787	1198,6441	1189,6968	1173,8686	0,7701
99,9/100,1	1412,4294	1407,4461	1400,5602	1411,8644	1399,4957	1379,3803	0,9787
100,0/100,0	1624,2938	1617,7068	1608,6166	1624,2938	1607,9559	1584,8921	1,1222
100,1/99,9	1836,1582	1827,7453	1816,1498	1835,4237	1814,5711	1790,4038	1,1759
100,2/99,8	2048,0226	2037,5618	2023,1617	2044,7458	2018,8347	1995,9155	1,1152
100,3/99,7	2259,8870	2247,1567	2229,6544	2251,7514	2220,2402	2201,4273	0,9154
100,4/99,6	2471,7514	2456,5303	2435,6298	2455,9322	2418,2810	2406,939	0,5518
100,5/99,5	2683,6158	2665,6830	2641,0898	2656,7797	2612,4507	2612,4507	0

В таблице 1 показаны значения частоты с учетом влияния соответствующей погрешности по отношению к базовой частоте f и выходной частоте f_{out} преобразователя. В столбце 7 вычисляются соответствующие точки линеаризирующей линии f_{outlin} в kHz, проходящей между первой и последней точками выходной частоты f_{out} . В столбце 8 вычисляется приведенная погрешность нелинейности по формуле 7.

$$\gamma_{lin} = \frac{f_{out} - f_{out_lin}}{f_{out_max} - f_{out_min}} 100\% \quad (7)$$

При сравнении полученных результатов проведенных экспериментов доказано, что отчет влияния ошибок приближает результаты моделирования к фактически полученным экспериментальным значениям.

Выводы

1. Смоделированы уравнение преобразования, погрешности из-за неравенства выходных напряжений компаратора и погрешности из-за задержки при переключении компаратора и интегратора.
2. Исследовано влияние погрешностей интегратора и компаратора в составе преобразователя.
3. На основе полученных результатов моделирования рассчитаны соответствующие точки линеаризирующей линии и определена приведенная погрешность.
4. Приведенная погрешность имеет относительно большие значения, что указывает на необходимость тщательного выбора операционных усилителей во время работы.

Заключение

Настоящая разработка позволяет более точно определять параметры при проектировании и реализации интегрирующих измерительных преобразователей с применением в точном земледелии.

Ссылки

1. Гигов Хр., “Измервателна електроника”, 2013, ТУ- Варна
2. Stoyanov S., „A Linear converter of strain gauge bridge bidirectional disbalance into frequency deviation“, списание “E+E”, бр.3-4, стр. 21-26, 2014, ISSN 0861-4717.
3. Stoyanov S, Demirev V., Stankov S., Matlab Modeling of the Error due to the Output Voltage Inequalities of a Comparator Included in the Composition of a Frequency Converter, Annual Science Conference of Ruse University “ Ruse, Bulgaria, 2014, Proceedings, Volume53, book3.1, Electrical Engineering, Electronics and Automation pp.115-120,2014, ISSN 1311-3321.
4. Stoyanov S, Demirev V., Stankov S., Modeling of an Integrator in the Composition of a Frequency Transducer, 59th Annual Science Conference of Ruse University “ Ruse, Bulgaria, 2014, Proceedings, Volume53, book3.1., Electrical Engineering, Electronics and Automation pp.23-28, 2014, ISSN 1311-3321.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МОНІТОРІНГУ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОБ’ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Зав. від., докт. техн. наук І.В. Суровцев, наук. співр. Т.М. Назаренко

*Міжнародний науково-навчальний центр
інформаційних технологій та систем, м. Київ, Україна*

Для проведення моніторингу екологічного стану об’єктів навколишнього середовища були розроблені ефективні інструментальні засоби, що ґрунтуються на практичних методах цифрового оброблення даних [1].

Цей доклад присвячено проблемі застосування нових розроблених методів електрохімічного аналізу для збільшення чутливості та розширення функціональних можливостей визначення концентрацій токсичних елементів при проведенні моніторингу екологічного стану об'єктів навколишнього середовища [2, 3].

Створення інформаційної технології вимірювання концентрацій методами хронопотенціометрії базується на використанні методів цифрового оброблення даних та застосуванні нових електрохімічних методів дослідження [4,5] :

цифрові методи

- перетворення системи координат;
- метод гістограмної фільтрації;
- спосіб усунення випадкових імпульсних завад та викидів;
- метод частотно-часової фільтрації;
- метод адаптивного згладжування даних;
- генеративна модель багатокomпонентного сигналу;

електрохімічні методи

- базовий метод інверсійної хронопотенціометрії;
- метод імпульсної інверсійної хронопотенціометрії;
- метод диференційної імпульсної хронопотенціометрії;
- метод окислювальної імпульсної хронопотенціометрії;
- метод хроноіометрії.

Запропонована ІТ має три основні етапи.

I. Перетворення структури даних.

II. Моделювання компонентів та визначення часу інверсії.

III. Визначення концентрацій хімічних елементів.

Вперше запропоновано та введено у практику аналітичних вимірювань нові електрохімічні методи дослідження, що ґрунтуються на застосуванні імпульсних процесів інверсії у хронопотенціометрії, які дозволили суттєво збільшити чутливість вимірювання концентрації токсичних елементів:

- імпульсна інверсійна хронопотенціометрія (ІХП);
- диференційна імпульсна хронопотенціометрія (ДІХП);
- окислювальна імпульсна хронопотенціометрія (ОІХП).

Досвід застосування базового методу інверсійної хронопотенціометрії показує, що суттєво підвищити чутливість вимірювання концентрацій цим методом практично неможливо, тому для вирішення цієї задачі запропоновано застосувати принцип імпульсних електрохімічних методів аналізу.

Принцип методу імпульсної інверсійної хронопотенціометрії полягає у тому, що після електрохімічного концентрування при виконанні інверсії на поточний сигнал накладаються прямокутні імпульси з одностороннім приростом амплітуди. Метод дає змогу збільшити чутливість визначення

концентрацій елементів до $0,05 \text{ мкг/дм}^3$. Найбільший ефект від застосування методу – визначення слідових значень концентрацій токсичних елементів: ртуті, свинцю, кадмію, марганцю (пат. 96375, Україна).

Принцип методу диференційної імпульсної хронопотенціометрії відрізняється тим, що після електрохімічного концентрування при виконанні інверсії на поточний сигнал накладаються прямокутні імпульси з двостороннім приростом амплітуди. Це дає змогу збільшити чутливість до $0,1 \text{ мкг/дм}^3$ та застосовується для визначення концентрацій елементів зі слабкими електрохімічними властивостями: йоду, бром, селену, заліза (пат. 107412, Україна).

Принцип методу окислювальної імпульсної хронопотенціометрії полягає в тому, що після електрохімічного концентрування при виконанні інверсії виконується «підзарядка» вимірювального електрода за рахунок циклічної зміни потенціалів підставки. Метод дає змогу збільшити чутливість визначення концентрацій елементів до $0,3 \text{ мкг/дм}^3$ та застосовується переважним чином з вимірювальним електродом на золотій основі при аналізі елементів; нікелю, кобальту, миш'яку (пат. 104062, Україна).

Основна ідея застосування імпульсних методів у хронопотенціометрії – збільшення часу інверсії за рахунок активного втручання в процес електролітичного окислення. Під час імпульсу відбувається «підзарядка» вимірювального електрода, тобто електрод короткочасно переходить у режим концентрування, що приводить до зменшення електрорушійної сили окислення та сповільнення процесу інверсії, а це дає змогу збільшити чутливість вимірювання концентрацій.

Загальна схема застосування імпульсного режиму інверсії, при постійних значеннях параметрів імпульсу та періодичності, наведена на рис. 1.

Вперше розроблено новий метод *хроноіометрії* (XI) для розширення діапазону в сторону вимірювання великих значень концентрації хімічних елементів з застосуванням іон-селективних електродів шляхом використання режиму прямої полярографії на хронопотенціометричному приладі. Цим методом визначають такі хімічні елементи: калій, натрій, кальцій, фтор, амоній, нітрати з концентраціями до $6 \cdot 10^7 \text{ мкг/дм}^3$ (пат. 111689, Україна) [6].

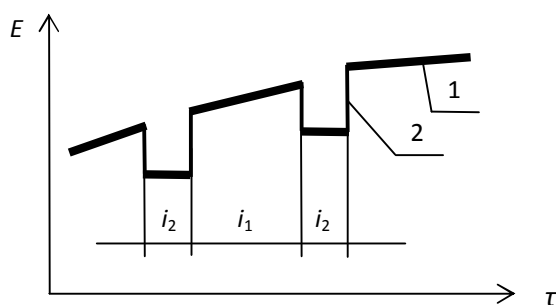


Рис. 1. Загальна схема застосування імпульсного режиму інверсії:

1 – сигнал інверсії, 2 – імпульс, i_1 – тривалість між імпульсами, i_2 – тривалість імпульсу

Суть методу хроноіонометрії полягає у вимірюванні активності (концентрації) іонів за допомогою іон-селективного електрода та хлорсрібного електрода з подвійним електролітичним ключем у режимі прямої потенціометрії. Під час роботи іон-селективний електрод реагує на певний тип іону, а його потенціал залежить від вмісту іонів у розчині. Лінійна залежність різниці потенціалів електродної системи від активності іонів елементу описується рівнянням Нернста. Значення концентрації визначається за градувальним графіком або за удосконаленим способом багаторазових добавок (до п'яти добавок) стандартного розчину іонів елементу [7].

Шляхом проведення Державної метрологічної атестації затверджено шість методик виконання вимірювання концентрації 19 хімічних елементів у воді та ґрунтах новими методами дослідження

У процесі дослідження отримано такі наукові результати. Показано, що ефективно вирішення цієї проблеми потребує, з одного боку, створення нової інформаційної технології для якісної обробки слабких сигналів, а з іншого – розробки чутливої комп'ютерної системи вимірювання. Для цього розроблено та досліджено нові імпульсні методи електрохімічного аналізу в хронопотенціометрії, які дають змогу визначити слідові значення вмісту токсичних елементів у реальних об'єктах на рівні наноконцентрацій (до 50 ppt або 0,05 мкг/дм³) і визначення концентрацій токсичних елементів при проведенні моніторингу екологічного стану об'єктів навколишнього середовища. Результати, одержані в процесі дослідження, свідчать про перспективність застосування нових підходів та принципів цифрової обробки слабких за рівнем сигналів складної форми на основі розв'язання таких задач: перетворення структури даних вимірювання багатокomпонентних процесів, застосування внутрішніх математичних характеристик сигналу (точок екстремумів та перегинів) для виконання фільтрації та згладжування без суттєвих спотворень форми та інтегральних характеристик, моделювання компонентів для підвищення повторюваності та точності визначення значень концентрацій.

Розроблені методики вимірювань можуть застосовуватися для визначення концентрацій токсичних елементів при проведенні моніторингу екологічного стану об'єктів навколишнього середовища у сферах поширення Державного метрологічного контролю та нагляду, в санітарно-епідеміологічних станціях та науково-дослідних установах Міністерства охорони здоров'я та НАН України. А також у ветеринарних, агрохімічних, контрольно-токсикологічних лабораторіях агропромислового комплексу та лабораторіях інших галузей, що займаються визначенням слідових кількостей хімічних та токсичних елементів для моніторингу об'єктів навколишнього середовища.

Посилання

1. Суровцев І.В., Галімов С.К., Татарінов О.Е. Інформаційна технологія визначення концентрації токсичних елементів в об'єктах навколишнього середовища. *Кибернетика и вычислит. техника*. 2018. № 1 (191). С. 5–33.

2. Galimova V.M., Surovtsev I.V., Kopilevich V.A Inversion-chronopotentiometric analysis of mercury in water. *Journal of water chemistry and texnology*. 2013. Vol. 35, No. 5. P. 210–214.
3. Kopilevich V.A., Surovtsev I.V., Galimova V.M. Inversion-chronopotentiometry analysis of micro quantities of nickel and cobalt in the water. *Journal of water chemistry and texnology*. 2015. Vol.37, No. 5. P. 248–252.
4. Kopilevich V.A., Surovtsev I.V., Galimova V.M., Maksin V.I., Mank V.V. Determination of trace amounts of iodide-ions in water using pulse inverse chronopotentiometry. *Journal of water chemistry and texnology*. 2017. Vol. 39, No. 5. P. 1–5.
5. Kopilevich V.A., Surovtsev I.V., Galimova V.M., Maksin V.I., Mank V.V. Control of trace amounts of selenium in drinking waters using the pulse inverse chronopotentiometry method. *Journal of water chemistry and technology*, 2018, Vol. 40, No. 6, P. 343–347.
6. Пристрій для вимірювання параметрів водних розчинів: пат. 111689 Україна: МПК (2006) G01N 27/48. № а201505019; заявл. 22.05.15; опубл. 25.05.16, Бюл. № 10.
7. Суровцев И.В., Галимов С.К. Алгоритм обработки данных измерения концентрации методом хроноионометрии. *Управляющие системы и машины*. 2016. № 2. С. 85-91.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ У РОЗРАХУНКАХ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Асист., канд. техн. наук С.М. Урдзік

***Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна***

Інформація про вид матеріалів шарів дорожнього одягу, їх модуль пружності і коефіцієнт Пуассона, наявність руйнувань шарів дорожнього одягу; кількість тріщин та їх геометричні параметри, відкривають можливості чисельного моделювання напружено-деформованого стану (НДС) конструкції дорожнього одягу з тріщинами у покритті та шарах основи з метою визначення напружень і деформацій, що виникають під дією навантаження від транспортних засобів та погодно-кліматичних факторів.

Результати чисельного моделювання НДС створюють основу кількісної оцінки стану дорожнього одягу, на основі якої розробляють проекти ремонту, посилення або реконструкції.

Основу розрахунків НДС дорожнього одягу створюють базові рівняння теорії пружності, які складаються з трьох груп [1]. Для отримання цих рівнянь

поблизу даної точки виділяється елементарний паралелепіпед з розмірами dx , dy , dz і перша група рівнянь, які називаються статичними, визначає умови рівноваги цього елемента. Друга група – геометричні рівняння, що пов'язують деформації елемента з переміщеннями його точок. Третя група – рівняння, що виражає залежність між напруженнями і деформаціями. Оскільки в цих рівняннях враховуються механічні властивості матеріалу, їх прийнято називати фізичними. По суті, вони виражають закон Гука і мають вигляд [1]:

а) статичні рівняння [1]:

$$\mathbf{A} \vec{\sigma} + \vec{g} = 0, \quad (1)$$

де $\vec{\sigma}$ – вектор напружень;

$\vec{g}$ – вектор інтенсивності об'ємного навантаження (наприклад, вага, сила інерції і т.д.).

Матричний оператор диференціювання має вигляд [1]:

$$\mathbf{A} = \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 & \frac{\partial}{\partial z} \\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 & \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial z} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial z} & 0 & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} \end{vmatrix}; \quad (2)$$

б) геометричні рівняння – рівняння Коші [1]:

$$\vec{\varepsilon} = \mathbf{A}^T \vec{u}, \quad (3)$$

де $\vec{\varepsilon}$ і $\vec{u}$ – вектори деформацій та переміщень;

$\mathbf{A}^T$ – матриця, яка є транспонованою по відношенню до матриці $\mathbf{A}$ (3);

в) фізичні рівняння теорії пружності [1]:

$$\vec{\varepsilon} = \mathbf{C} \vec{\sigma}, \quad (4)$$

де $\mathbf{C}$ – матриця пружної піддатливості матеріалу, представлена у вигляді [1]:

$$\mathbf{C} = \begin{vmatrix} 1 & -\mu & -\mu & 0 & 0 & 0 \\ -\mu & 1 & -\mu & 0 & 0 & 0 \\ -\mu & -\mu & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2(1+\mu) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2(1+\mu) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2(1+\mu) \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Рівняння (5) для лінійно-пружних ізотропних тіл виражає узагальнений закон Гука з урахуванням зв'язку між модулями пружності при розтягу (E), зсуві (G) і коефіцієнтом Пуассона (μ) виду [1]:

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} \quad (6)$$

За формулою, що виходить з формул Френеля [2, 3]

$$\sqrt{\varepsilon_{j+1}} = \sqrt{\varepsilon_j} \frac{1 - R_{j,j+1}}{1 + R_{j,j+1}} \quad (7)$$

визначається $\sqrt{\varepsilon_1}$ і далі ε_1 – діелектрична проникність верхнього шару і коефіцієнт відбиття від нижньої границі шару у верхню ($R_{j,j+1}$);

Рівняння (7) дозволяють визначати деформації, якщо відомі напруження і представляють закон Гука в прямій формі. Іноді, при вирішенні практичних завдань виникає необхідність зворотної постановки задачі, тобто визначення напружень по відомим деформаціям.

У такій ситуації необхідно вирішити рівняння (7) щодо напружень. Для вирішення цього завдання використовується закон Гука у зворотній формі [1]:

$$\vec{\sigma} = \mathbf{D} \vec{\varepsilon} \quad (8)$$

де $\mathbf{D}$ – матриця жорсткості матеріалу, що має вигляд [1]:

$$\mathbf{D} = \begin{pmatrix} 2G + \lambda & \lambda & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ \lambda & 2G + \lambda & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ \lambda & \lambda & 2G + \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & G & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & G & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & G \end{pmatrix}, \quad (9)$$

а параметр λ – коефіцієнт Ляме [1]:

$$\lambda = \frac{2\mu G}{1 - 2\mu} = \frac{\mu E}{(1 - 2\mu) \cdot (1 + \mu)} \quad (10)$$

Оскільки рівняння (1, 3) є диференціальними, то для знаходження єдиного рішення задачі у кожному конкретному випадку до співвідношень (1, 3, 4) необхідно додати додаткові умови. Під час розгляду статичних задач це повинні бути умови на границях (граничні умови) і умови, що задають навантаження.

Для вирішення реальних практичних завдань застосовують метод скінченних елементів. Ідея методу полягає в апроксимації шуканої безперервної функції за допомогою кусочно-безперервної функції, яка будується на значеннях досліджуваної величини в кінцевому числі точок

розглянутих елементів. Конструкція розглядається як деяка сукупність елементів, які з'єднані у кінцевій кількості вузлових точок. Якщо відомі характеристики (співвідношення між переміщеннями і силами) кожного елемента, то можна обчислити і дослідити поведінку конструкції за заданих граничних і початкових умов. У методі скінченних елементів рішення крайової задачі шукається у вигляді набору функцій, які визначені на скінченних елементах. Вид функцій, що апроксимують, визначається кількістю точок з'єднання. Наприклад, якщо на одному ребрі крім двох вершин є ще й проміжний вузол, то апроксимуючою функцією є квадратичний поліном. Такий елемент є найбільш ефективним для розрахунку конструкції дорожнього одягу і буде далі застосовуватися як основний.

Основою формування системи лінійних алгебраїчних рівнянь для статичних задач є закон Гука в узагальненій формі:

$$K \cdot u = F, \quad (11)$$

де u – вектор-стовбець вузлових зміщень елемента; F, F – вектор-стовбець сил; K – матриця жорсткості.

Альтернативний підхід (що призводить до аналогічних систем) полягає в залученні принципу Лагранжа, згідно з яким у стані рівноваги повна потенційна енергія Π системи приймає стаціонарне значення:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial u} = 0. \quad (12)$$

Таким чином, проведений аналіз доводить доцільність застосування методу скінченних елементів і відповідних моделей для вирішення задач аналізу НДС конструкції дорожнього одягу.

Посилання

1. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. М.: Высшая школа, 1990. 400 с.
2. Pochanin Gennadiy P., Masalov Sergey A., Ruban Vadym P., Kholod Pavlo V., Batrakov Dmitriy O., Batrakova Angelika G., Varianytsia-Roshchupkina Liudmyla A., Urdzik Sergey N., Pochanin Oleksandr G. Advances in Short Range Distance and Permittivity Ground Penetrating Radar Measurements for Road Surface Surveying. in: Advanced Ultrawideband Radar: Signals, Targets and Applications. CRC Press - Taylor & Francis Group. London. 2016. PP. 20–65.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973. 720 с.

**PECULIARITIES OF DISTANCE (ONLINE) EDUCATION
AT THE CLINICAL DEPARTMENTS OF MEDICAL UNIVERSITY
DURING QUARANTINE**

*Prof., DMedS., M.I. Shved, Prof., DMedS. Lil. P. Martynyuk,
Prof., DMedS. S.M. Heryak, Assoc.Prof., PhD Lar.P. Martynyuk,
Assoc.Prof., PhD O.A. Prokopovych
I. Horbachevsky Ternopil National Medical University,
Ternopil, Ukraine*

One of the priority areas of development of modern higher education is the development and implementation of innovative technologies in pedagogical activities [1]. Distance learning is becoming more widespread. This problem is especially relevant in the context of general social progress, the onset and expansion of the era of computer science and telecommunications. The problem is further exacerbated in the conditions of quarantine coronavirus infection, when offline contact is significantly limited, including teachers and students. In these conditions, the distance form of online education today makes it possible to create a system of mass lifelong learning, general exchange of information, regardless of the existing spatial and temporal constraints, taking into account academic integrity [2].

Distance learning is defined as a set of educational services that provide interaction between teachers and students at different stages of learning using modern information and communication technologies. In the process of mastering the new form of education, a number of positive and, unfortunately, negative qualities were revealed. In particular, the positive features of this form of education are:

- manufacturability and standardization of the educational process requires the use in the learning process not only the latest scientific advances and discoveries, but also information and telecommunications technologies;
- the speed of communication and stimulation of the student to self-study through the effective implementation of feedback between teacher and student, is an integral part of the learning process;
- access to education and social equality provide equal opportunities for education regardless of geographical and temporal location, health and place of residence;
- individuality and flexibility of the educational process allows the student to independently choose a certain course, calculate the time and duration of their classes, as well as the speed of learning the material (depending on personal circumstances and desires).

However, with this form of training there are obvious disadvantages:

- lack of real (face-to-face contact) communication between students and teachers, which eliminates the individual approach to teaching and education; the emotional component in the presentation of the teacher and the student's perception of the educational material disappears;

- the teacher's control over the educational process deteriorates, and with low self-discipline of the student it can lead to a significant reduction in the assimilation of the material;

- and most importantly, especially in the teaching of clinical disciplines is the lack of practical training necessary for the development of practical skills and better consolidation of theoretical knowledge.

Distance education expands and renews the role of the teacher, who must coordinate the cognitive process, constantly improve the curriculum of the course taught, and increase their creative activity and skills in accordance with innovations in the educational process. An important role in the process of raising the qualification level of teachers is played by the active position of the administration and educational department of our university, which allocated budget funding for the creation of a new educational complex, its computer software and information support, as well as creation of conditions for continuous teacher training, organization of appropriate training cycles and courses. It also remains an urgent task for teachers of the department to create a new educational and methodological support for distance learning online, preparation of textbooks (manuals) of a new type: in electronic form, in the form of diagnostic algorithms and medical care at the stages of medical evacuation.

In Ukraine, this form of education has only just begun to be widely implemented, often facing great difficulties, namely, with relatively low computer literacy of teaching staff, accustomed to traditional forms of teaching and testing students, and finally, computer learning requires a different organization educational process and teaching methods, development of regulatory and legal support for this form of education, etc.

All these remarks also applied to the organization of distance learning online at the departments of Internal Medicine, First Emergency Medical Aid and Emergency Medical Treatment, Obstetrics and Gynaecology. We should pay tribute to the Rector's Office and the Department of Education of Ternopil National Medical University, which over the past 5 years has systematically developed the principles of distance writing, improved the material security of departments with computer equipment and virtual curricula. Thus, during this period, all teachers of the departments were provided with personal computers with video systems and Internet equipment, training and testing programs (including virtual training and control program Body Interact with emergencies in the clinic of internal medicine), a new adequate curriculum with redistribution of topics and time for full-time and independent study and a modified method of monitoring students' knowledge. A training base of clinical cases has been created according to a package of international standards for conducting classes based on Case-based learning [3].

Electronic educational and methodical materials are used in the educational process, including on the MOODLE distance learning server. During lectures and seminars, the possibilities of electronic audio and video communications are widely used, which provide the possibility of direct communication between all participants of the educational process. At the same time and tables, which, in our

opinion, will facilitate the independent perception of the material by the student and increase the level of its assimilation

Conclusions:

1. Distance learning does not bring anything new to the purpose and objectives of education, changing only the means, form and methods of learning, and identifying the advantages and disadvantages of distance learning online opens up prospects for the development of distance education and the need to develop new, adequate to today's conditions ways to organize and support the learning process.
2. It is important to assess the effectiveness of distance learning is the development of methods of monitoring the educational process and learning the material (the final knowledge control of the student).
3. Only such a comprehensive approach to the assessment and prospects for the widespread introduction of distance learning will determine its role and place in the structure of the educational process at the clinical department of medical higher education.

References

1. Рекомендації з навчально-методичного забезпечення навчальних дисциплін у закладах вищої освіти. Міністерство освіти і науки України № 1/9-434 від 09 липня 2018 року.
2. Як підтримати чесність дистанційного навчання.- Інформаційний бюлетень МОН України.-Випуск №8.-квітень 2020.
3. McLean S. Case-Based Learning and its Application in Medical and Health-Care Fields: A Review of Worldwide Literature. Journal of Medical Education and Curricular Development. 2016;3:38-48. doi:10.4137/JMECD.S20377

Секція 4

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЯКОСТІ

ГОЛОВА – ПРОНКИНА ЛОРА ІЛЛІВНА

кан. економ. наук, професор, академік Академії економічних наук України,
Харківський торговельно-економічний інститут
Київського національного торговельно-економічного університету

Section 4

ECONOMIC ASPECTS OF QUALITY

CHAIRMAN – LORA I. PRONKINA

Candidate of Economic Sciences, Prof.,
academician of Academy of Economic Sciences of Ukraine
Kharkiv Trade and Economics Institute
of Kyiv National University of Trade and Economics

Секция 4

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАЧЕСТВА

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ – ПРОНКИНА ЛОРА ИЛЬИНИЧНА

канд. эконом. наук, проф., академик Академии экономических наук Украины,
Харьковский торгово-экономический институт
Киевского национального торгово-экономического университета

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВТОРИННОГО ВУГЛЕЦЕВОГО ПАЛИВА

Доц., канд. техн. наук І.М. Аксьонова

**Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса,
Україна**

У роботі розглядається методика обґрунтування систем отримання вторинного вуглецевого палива (ВВП) на основі стабілізації осадів стічних вод та органічної частини побутових відходів.

Питання отримання вторинного вуглецевого палива (ВВП) на основі стабілізації осадів стічних вод та органічної частини побутових відходів, що біорозкладається, у сучасних умовах отримали актуальність на основі новітніх технологій очищення стічних вод та стабілізації осадів та кавітаційної обробки органічної сировини різного походження [1]. Технологічна схема анаеробної стабілізації осаду у метантенках мала недоліки в тому що отримання ВВП було економічно не ефективним. Обидва режими термофільний та мезофільний підтримуються за рахунок витрати первинного вуглецевого палива, притому отримані об'єм ВВП складає одну третину від необхідного для процесу стабілізації об'єму. Збільшити об'єм виходу ВВП можливо в разі модифікування біологічного субстрату, що надходить до метантенків, та комбінованими методами біологічного очищення стічних вод та удосконалення методів утилізації органічної частини побутових відходів. Безпосередньо заміна вуглецевого палива на використання сонячних колекторів для отримання пари для підтримання обраного температурного режиму роботи метантенків та ферментно-кавітаційна обробка біомаси перед загрузкою в споруду можуть значно змінити еколого-економічні показники технологічних схем отримання ВВП. Зміна концепції звертання побутових відходів та інтегрування технологічних схем підготовки вторинної сировини в схеми повного біологічного очищення містких стічних вод дозволяє вирішити три основні еколо-економічних питання:

- використання очищеної води повторно у технологічних схемах для розділення вторинної сировини (паперової маси, скла, поліетилену, тощо);
- використання сонячних колекторів для отримання пари для підтримання температурного режиму у метантенках для стабілізації суміщу осадів та органічної частини, біорозкладається, побутових відходів;
- отримання вторинного вуглецевого палива для потреб муніципального господарства.

Для отримання техніко-економічних показників станції повного біологічного очищення стічних вод, стабілізації осадів та комплексного переробки вторинної сировини побутових твердих відходів необхідні: технологічний розрахунок складу та кількості споруд, кількість реагентів, витрати електроенергії технологічні показники якості очищення води, стабілізації осаду та органічної частини побутових відходів, що біорозкладається.

Методика визначає наступні техніко-економічні показники:

- будівельна вартість споруд, будівель и основного та допоміжного обладнання і будівель;

- вартість будівництва;
- виробничі витрати;
- собівартість очистки СВ стабілізації осаду та органічної частини побутових відходів, що біорозкладається.

Методика обґрунтування технічних рішень при проектуванні станції повного біологічного очищення стічних вод, стабілізації осадів та комплексного переробки вторинної сировини побутових твердих відходів основана на розрахунок техніко-економічних показників будівельної (балансової вартості); виробничих витрат на експлуатацію очисної станції; собівартість очистки стічних вод стабілізації осаду та органічної частини побутових відходів, що біорозкладається.

Важливим при проектуванні є вибір технологічної схеми та складу споруд. Від правильного вибору технічних рішень залежить собівартість. Використання новітніх розробок дає можливість вибору складу споруд для забезпечення необхідного ступеня очистки та продуктивності станції. В випадку використання декілька варіантів технологічних схем та складу споруд, вибір варіанту здійснюється за техніко-економічним порівнянням цих варіантів.

Для порівняння варіантів можливо використання розрахунку чистого дисконтного доходу (**NPV**)

NPV визначається як сума ефектів за весь розрахунковий період, приведена к початковому кроку, або яка перевищує інтегральні результати діяльності інвестиційного підприємства над інтегральними витрати:

$$NPV = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - K \quad (1)$$

де R_t – результати (П – прибуток), на t – м кроку розрахунку; Z_t – витрати, на t – м кроку розрахунку (С – собівартість або виробничі витрати); E – норма дисконту (коефіцієнт ефективності капіталовкладень); T – горизонт розрахунку, дорівнює номеру кроку розрахунку, на якому проводиться ліквідація проекту; K – сума дисконтованих капіталовкладень:

$$K = \sum_{t=0}^T K_t [1 / (1+E)^t] \quad (2)$$

Відповідно методики обґрунтування технічних рішень прибутком для систем водовідведення є нарахування банківського відсотка на кошти амортизаційного фонду, а також формальний прибуток на різниці капіталовкладень у будівництво та запобіжний збиток водному об'єкту та отримання вторинного вуглецевого палива.

Методика обґрунтування технічних рішень станції повного біологічного очищення стічних вод, стабілізації осадів та комплексного переробки вторинної сировини побутових твердих відходів може використовуватися курсовому проектуванню та кваліфікаційної роботі магістра при реалізації освітньо-професійної програми «Водопостачання та водовідведення» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Посилання

1. Marc D., Wenger A., DePhillips P., Bracewell D.G. Microscale Yeast Cell Disruption Technique for Integrated Process Development Strategies. //Biotechnol. Prog.– 2008. – № 24. – P. 606 – 614
2. ДБН В.2.5 - 75:2013 Основні положення проектування Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. К.: Мінрегіон України, 2013, 223с.
3. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів /Документ z0767-09, чинний, поточна редакція — Редакція від 02.07.2012, підстава z 0997-12
4. СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.
5. Аксьонова І.М. Методичні вказівки з дисципліни «Оцінювання та вибір придатності технології очищення стічних вод» ОДАБА, Одеса, 2014, с.43.
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201821203006>

ПРОЦЕСНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

Доц., канд. екон. наук Т.В. Альошина

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

Кваліфіковані кадри є невід'ємною частиною та одним з ключових факторів розвитку будь-якого підприємства. Від правильності підбору персоналу на кожному етапі та рівня його кваліфікації залежать перспективи розвитку, конкурентоспроможність та прибутковість сучасних підприємства.

Тому сучасні тенденції розвитку економіки вимагають від керівників підприємств кардинальних змін та нових підходів до формування персоналу підприємства, як фундаменту розвитку економіки держави.

Останнім часом на зміну традиційним підходам функціонування підприємства приходить процесно-орієнтований підхід, який дозволяє управляти всією діяльністю підприємства за допомогою поділу останньої на бізнес-процеси.

Необхідно зазначити, що під бізнес-процесом зазвичай розуміють структуровану послідовність дій по виконанню відповідного виду діяльності на всіх етапах життєвого циклу предмета діяльності [1].

Відповідно до міжнародного стандарту ISO 9000:2000, бізнес-процес – це сукупність різних видів діяльності, у рамках якої «на вході» використовуються один чи більше видів ресурсів, а в результаті цієї діяльності на «виході» створюється продукт, що становить цінність для споживача [2].

Процесний підхід передбачає управління бізнес-процесами шляхом формування діяльності підприємства через виділення, опис та управління системою взаємопов'язаних і взаємодоповнюючих процесів та їх ресурсним середовищем [3].

Необхідними атрибутами бізнес-процесу є визначені «входи» процесу, наявність ресурсів, виконавців, керівників та споживачів процесу, а також визначені нормативні акти, якими обмежується ця діяльність, затверджені документи, в яких описаний цей процес та визначені вимоги до результатів бізнес-процесу або «виходи» процесу.

Оскільки персонал є невід'ємною частиною життєдіяльності підприємства, тому формування кадрового потенціалу необхідно розглядати, як один з ключових бізнес-процесів підприємства з урахуванням необхідних атрибутів та стандартів.

Поняття кадровий потенціал є «багатовимірним» поняттям, яке об'єднує такі категорії як «трудоий потенціал», «людський капітал», «кадри» та інші та визначається як сукупність якісних і кількісних характеристик персоналу підприємства, які враховують чисельність, структуру, склад, психофізичні та творчо-емоційні здібності працівників здійснювати свою діяльність, застосовуючи свої інтелектуальні, креативні здібності та професійні знання і кваліфікаційні навички у своїй професійній діяльності.

Елементами кадрового потенціалу підприємства є:

- кількісні показники (склад, структура персоналу, чисельність зайнятих на підприємстві, середній вік працівників, середній стаж роботи на підприємстві, динаміка плинності кадрів, середня заробітна плата робітників, фахівців, керівників, її співвідношення з відповідними виплатами на підприємствах-конкурентах). До кількісних показників кадрового потенціалу також відносять кількість робочого часу, можливого до відпрацьовування в нормальному рівні інтенсивності праці (межі можливої участі працівника в роботі);

- якісні характеристики персоналу (стан здоров'я, працездатність, рівень освіти, професійні знання та навички, рівень кваліфікації, практичний досвід, компетентність, інтелектуальні й творчі здібності, професіоналізм, прояв трудової та інноваційної активності);

- наявні та потенційні можливості працівників;

- наявність якісної системи управління персоналом – кадрової політики [4].

Застосування процесного підходу передбачає побудову процесу формування кадрового потенціалу підприємства із застосуванням всіх необхідних атрибутів. Карта процесу представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 - Карта процесу «формування кадрового потенціалу підприємства» на засадах реінжинірингу

№	Атрибути процесу	Сутність
1.	Найменування	Формування кадрового потенціалу підприємства
2.	Мета	Поетапне створення якісного кадрового потенціалу працівників підприємства необхідної кількості
3.	Ресурси	Працівники підприємства, що знаходяться на будь-якому етапі формування потенціалу

Продовження табл. 1

№	Назва	Сутність
4.	Структура	Поділ на операції, які відповідають етапам формування кадрового потенціалу, а саме: планування трудових ресурсів; підбір кандидатів за кількісними та якісними характеристиками; набір персоналу; призначення на посаду; оцінка професійних навичок; навчання або підвищення кваліфікації; просування по службі
5.	Власник	Керівний співробітник по роботі з персоналом, який визначає напрямки розвитку кадрового потенціалу в залежності від потреб самого підприємства та потенціалу працівника.
6.	Керівник	Посадова особа, яка відповідальна за поточне планування і ведення процесу набору, підбору, оцінки ефективності персоналу та його подальшого розвитку, з метою досягнення запланованих результатів
7.	Нормативи	Документація, яка містить інформацію щодо ходу процесу, етапів реалізації, нормативи та показники ефективності.
8.	Вхід	Формування запиту щодо потреби у працівниках необхідної кваліфікації, які потенційно задовольняють кадровим потребам підприємства.
9.	Виходи	Працівники підприємства, які отримали додаткову цінність і є необхідними хоча б у одному або декількох підрозділах підприємства.
10.	Визначення постачальників	Працівники підприємства, які представлені на внутрішньому фірмовому ринку праці і відповідають потребам підприємства
11.	Визначення споживачів	Підрозділи підприємства, які потребують нових працівників
13.	Оцінка	Якісні та кількісні характеристики працівників, які задовольняють потреби підприємства
15	Показники ефективності	Показники, які відображають зв'язок між чисельністю працівників, які набули необхідних навичок з підвищенням результативності підприємства.

Таким чином, застосування процесного підходу до формування кадрового потенціалу забезпечить високу результативність завдяки поділу останнього на підпроцеси, контролю з боку власника та керівника процесу та з урахуванням нормативів процесу та потреб потенційних споживачів на кожному етапі формування кадрового потенціалу підприємства.

Посилання

1. Репин В.В. Бизнес-процессы компании: построение, анализ, регламентация М.: РИА "Стандарты и качество", 2007. - 240с.
2. ISO. The ISO 9000:2000 guidance modules – Guidance on the Terminology used in ISO 9001:2000 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iso.org/>.
3. Елиферов В.Г. Бизнес-процессы: Регламентация и управление / В. Г. Елиферов, В.В. Репин. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 319 с.
4. Виханский О.С. Стратегическое управление : [учебник] / О.С. Виханский. – 2-е изд., перераб. и допол. – М. : Гардарики, 1998. – 296 с.

СУЧАСНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ (НА ПРИКЛАДІ ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ»)

Ст. викладач В.І. Гуцалова

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

Необхідність залучення працівників до управління підприємством набула в сучасний період особливого значення. Участь працівників в управлінні підприємством справляє значний вплив на їх поведінку в процесі виконання трудових обов'язків. Виникає необхідність балансу інтересів як найманих працівників, так і роботодавців. Перші отримують можливість задовольнити свої соціально-економічні потреби, а другі можуть підвищити ефективність управлінських рішень, краще використати наявний трудовий потенціал. Участь працівників в управлінні сприяє налагодженню на підприємстві оптимальних міжособистісних зв'язків, зростанню продуктивності праці, підвищенню ефективності виробництва та конкурентоспроможності підприємства у цілому. Виникнення такого роду відносин є прогресивним розвитком стосунків учасників трудового процесу.

Партисипативне управління - це один із сучасних методів менеджменту, що передбачає його демократизацію, участь найманих працівників в управлінні підприємством (фірмою). Термін «participative management» дослівно перекладається як «управління, засноване на участі». Ключове слово «участь» означає різні форми участі працівників в управлінні підприємством. Термін «партисипатія» запозичено із зарубіжної теорії і практики управління, він означає залучення найманих працівників до прийняття управлінських рішень. Найважливіша ознака явища партисипатії в управлінні організацією - це партнерські відносини працівників між собою та з керівництвом.

Партисипатія в жодному разі не применшує ролі, прав і відповідальності керівників. В основі їх відносин із найманими працівниками лежить делегування повноважень, використання дорадчих принципів. Плеяда вчених, науковців та практиків дійшли висновку, що партисипативне управління є одним з найперспективніших напрямів у теорії та практиці управління, оскільки дозволяє повніше розкрити творчий та трудовий потенціал працівників, підвищити мотивацію, збільшити продуктивність праці, поліпшити якість продукції та трудову дисципліну, зменшити конфліктність.

Як зазначає Сімакова Ю.С., спочатку партисипативне управління пов'язувалося тільки із запровадженням нових методів мотивації праці. Проте нині його розглядають як ефективний засіб використання потенціалу людських ресурсів організації, його розвитку та управління ним [4].

Безперечною проблемою сьогодення залишається застосування на підприємствах старих методів управління, а саме авторитарних і недопущення тим самим працівників до участі в управлінні виробництвом, що стає не тільки сильним демотивуючим фактором для робітників, але й негативно впливає на розвиток виробництва. У людини є природне прагнення брати участь у процесах, які відбуваються в організації і пов'язані з її діяльністю. Участь працівників в управлінні є об'єктивною складовою діяльності підприємства. Її

не можна ігнорувати, якщо ставиться за мету забезпечення балансу інтересів працівників та роботодавця [1].

Було досліджено сучасний рівень участі працівників в управлінні в ТОВ «Інтерпайп Ніко Тюб», а також проведено аналіз доцільності підвищення демократизації управління на підприємстві.

ТОВ «Інтерпайп Ніко Тюб» спеціалізується на виробництві безшовних труб за вітчизняними і зарубіжними стандартами для нафтопереробної, нафтохімічної, авіаційної та суднобудівної промисловості, машинобудування та приладобудування, нафтогазової та енергетичної галузі та труб загального призначення, що застосовуються в інших галузях промисловості.

На всіх підприємствах, які використовують найману працю, між власником або уповноваженим ним органом і трудовим колективом або уповноваженим ним органом укладається колективний договір, яким регулюються виробничі, трудові та соціальні відносини трудового колективу з адміністрацією підприємства. Тим самим підкреслюється роль працівників в управлінні і встановлюються зобов'язання власника зважати на потреби трудового колективу та прислухатися до його думки.

Додаткова правова основа та повноваження працівників щодо участі в управлінні можуть закріплюватися статутом або іншими установчими документами підприємства та колективним договором між власником та трудовим колективом. Згідно зі ст. 245 Кодексу Законів про працю України (далі - КЗпПУ) працівники мають право брати участь в управлінні підприємствами, установами, організаціями через загальні збори (конференції), ради трудових колективів, професійні спілки, які діють у трудових колективах, інші органи, уповноважені трудовим колективом на представництво [2].

Для того, щоб визначити поняття участі працівників в управлінні, необхідно з'ясувати коло питань, до обговорення і вирішення яких, за чинним законодавством, залучаються працівники та їх представники, тобто визначити обсяг поняття «участь працівників в управлінні підприємством». Коло питань, до яких можуть, а в деяких випадках повинні бути залучені працівники та їх представники, може бути таким:

- внесення пропозицій щодо поліпшення роботи підприємства, а також щодо покращання соціально-культурного і побутового обслуговування (ст. 245 КЗпПУ);

- обговорення і схвалення комплексних планів поліпшення умов охорони праці та санітарно-оздоровчих заходів і контроль виконання цих планів (ст. 153 КЗпПУ);

- правила внутрішнього трудового розпорядку затверджуються трудовим колективом за поданням власника підприємства (ст. 142 КЗпПУ);

- рішення соціально-економічних питань, що стосуються діяльності підприємства, виробляються і приймаються за участі трудового колективу працівників та уповноважених ним органів (п. 9 ст. 65 ГКУ);

- вирішення питань щодо поліпшення умов праці, життя і здоров'я, гарантій обов'язкового медичного страхування працівників підприємства та їх сімей, а також інші питання соціального розвитку (п. 1 ст. 69 ГКУ);

- участь у роботі ради акціонерного товариства (спостережній раді) з правом дорадчого голосу (ч. 1 ст. 55 Закону України «Про акціонерні товариства» від 17.09.2008 р. № 514-УІ);

- інші питання повноважень участі працівників в управлінні підприємством можуть встановлюватись колективними договорами, статутом підприємства або іншими установчими документами.

Отже, законодавчо визнаними інтересами працівників є виробничі, трудові та соціально-економічні питання, які вирішуються органами управління підприємства і визначають загальні межі участі працівників в управлінні. Виробничі інтереси реалізуються у внесенні пропозицій щодо поліпшення та змін у роботі підприємства, організації праці. Трудові - у встановленні умов праці, соціально-культурного і побутового обслуговування, умов регулювання фондів оплати праці та встановлення міжкваліфікаційних (міжпосадових) співвідношень в оплаті праці. Соціально - економічні інтереси дають можливість працівникам брати участь у формуванні, розподілі і використанні прибутку та майна підприємства (якщо це передбачено статутом).

Основними функціями менеджменту є: планування, організація, мотивація та контроль.

Планування - початкова функція управління, вона передує іншим управлінським функціям і визначає їх сутність. Планування залежить від ефективного аналізу зовнішнього середовища, об'єктивного оцінювання власних позицій, потребує спільних зусиль та участі всіх складових організацій. Також ця функція передбачає вибір мети, розробку шляху її досягнення та просування ним. Суть партисипативного менеджменту при реалізації функції планування виявляється у тому що, працівники можуть залучатися до прийняття рішень, які безпосередньо стосуються їх подальшої роботи (проекти планових завдань, використання ресурсів, форми оплати праці). У цьому випадку керівник залучає працівників до постановки цілей, які йому належить досягати, визначення завдань, які йому доведеться вирішувати.

Важливою функцією управління є функція організації, що являє собою процес створення структури підприємства, що дає змогу людям ефективно працювати разом для досягнення спільної мети. «Економіка участі» в організаційній діяльності підприємства проявляється у тому, що працівники отримують право самостійних рішень у таких аспектах діяльності: вибір засобів здійснення трудового процесу, режим роботи і відпочинку, запровадження нових методів роботи. Основними формами її прояву на низовому та середньому рівні управління є: проведення проблемних семінарів, створення самокерованих робочих груп (бригад), міжфункціональних комісій, гуртків контролю якості та ін.

Мотивація є функцією менеджменту, від якої в значній мірі залежить підвищення ефективності діяльності усієї організації. Мотивація це готовність людей докласти максимальних зусиль з метою досягнення організаційних цілей, що зумовлена здатністю цих зусиль задовольняти певну індивідуальну потребу. «Економіка участі» в сучасних умовах господарювання здійснює суттєвий вплив на мотивацію персоналу підприємства. По-перше, вважається, що партисипативний менеджмент, відкриваючи працівнику доступ до прийняття рішення з приводу

питань, пов'язаних з його функціонуванням в організації, мотивує його до кращого виконання своєї роботи. По-друге, важливим є те що партисипативний менеджмент не тільки сприяє тому, що працівник краще справляється зі своєю роботою, а й призводить до більшої віддачі, більшому внеску окремого працівника в життя організації, тобто відбувається більш повне використання потенціалу людських ресурсів організації.

Управління підприємством взагалі неможливе без контролю. Контроль у партисипативному менеджменті передбачає залучення до цього процесу всіх виробничо-управлінських ланок, усіх працівників підприємства. Участь співробітників організацій у процедурі контролю ефективний засіб поліпшення результатів діяльності на всіх рівнях. При застосуванні «економіки участі» працівникам надається право контролю за якістю та кількістю здійснюваної ними праці і відповідно встановлюється відповідальність за кінцевий результат. Тобто, цілі партисипативного менеджменту полягають в тому, щоб, по-перше, досягти підвищення рівня задоволення працівників своєю діяльністю в організації, а по-друге, забезпечити ефективніше функціонування виробництва.

Отже, враховуючи специфіку даного підприємства партисипативний менеджмент тут необхідно використати. На підприємстві присутня висока частка творчих, працьовитих, старанних працівників, а також можна вивчати можливість логічного зв'язку між самоврядуванням і мотивацією працівника. Партисипативний менеджмент може бути реалізований у наступних напрямках:

- працівники одержують право самостійно приймати рішення щодо того, як їм здійснювати трудову діяльність з виконання планового завдання;
- безпосередній керівник залучає їх до прийняття рішень із питань виробництва;
- працівникам надається право операційного контролю якості продукції, встановлюється особиста або групова відповідальність за кінцевий результат;
- працівники беруть особисту й групову участь в інноваційній, винахідницькій і раціоналізаторській діяльності з різними способами винагороди за впровадження інновацій;
- виробничі й функціональні підрозділи створюються з урахуванням побажань працівників. Цим досягається можливість перетворення неформальних груп на формальні підрозділи.

Кооперація і почуття спільності інтересів адміністрації і працівників життєво необхідні для збереження конкурентних позицій підприємства в умовах інноваційних технологій і вимог ринку. Тому залучення працівників до участі у процесі планування, організації, мотивації та контролю є обов'язковим аспектом ефективної діяльності підприємства.

Висновки

1. Право працівників на участь в управлінні підприємством — це нормативно визначена, суб'єктивна можливість працівників безпосередньо або через своїх представників впливати на діяльність підприємства в межах, визначених законодавством, локальними та індивідуальними актами.

2. Партисипативне управління стало одним із сучасних ефективних методів менеджменту, що передбачає демократизацію, участь найманих працівників в

управлінні виробництвом, ефективним засобом використання потенціалу людських ресурсів організації та розвитку підприємства. Використання ідей партисипативного управління дає менеджерам ключ до побудови ефективної системи мотивації працівників виробничого підприємства.

3. З метою підвищення зацікавленості робітників у реалізації організаційно-управлінських рішень запропоновано ряд напрямків, які стимулюватимуть працівників до ефективної праці, а також поліпшать взаємовідносини у трудовому колективі і сприятимуть подальшому розвитку демократизації управління на підприємстві.

Посилання

1. Бородин И. Участие работников в управлении организацией / И. Бородин // Кадровик. Трудовое право для кадровика. — 2007. — № 3
2. Ільїн Л.М. Ефективність відтворення трудового потенціалу України: Монографія. - К.: Енергія плюс, 2007.
3. Карлова О.А. Основи менеджменту. навчальний посібник. Харків: ХНМАГ, 2008.
4. Панасюк О. Т. Про деякі аспекти правового регулювання участі працівників в управлінні підприємством / О. Т. Панасюк // Бюлетень Міністерства юстиції України. — 2004. — № 7(33).

ВИХОВАННЯ МІЖНАЦІОНАЛЬНОЇ ТОЛЕРАНТНОСТІ В ЦИКЛІ ГУМАНІТАРНИХ ДИСЦИПЛІН У ВНЗ СУЧАСНОЇ УКРАЇНИ

Доц., канд. іст. наук О.А. Кузнецов

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

Вступ людства в стадію переходу від індустріального суспільства до інформаційного різко підвищує роль духовного чинника, що включає науку, освіту і культуру. Духовна сфера, будучи ядром соціального генотипу людства, має вирішальне значення в його русі шляхом подальшого прогресу. У будь-якій соціально-економічній системі, у тому числі і в Україні, важливе значення має якість освіти, яка не може формуватися стихійно. При управлінні якістю освіти важливим чинником виступає виховний процес.

На сучасному етапі в суспільстві відбуваються різні соціальні протиріччя, для вирішення яких необхідно знайти шляхи мирної міжетнічної, міжконфесійної і міжкультурної взаємодії. Для вирішення ситуації, що склалася, ще в 1995 році ЮНЕСКО була прийнята "Декларація принципів толерантності", яка була спрямована на затвердження основ толерантності в суспільстві, поваги прав людини і основних свобод для усіх без відмінності за ознакою раси, підлоги, мови, національної приналежності, релігії або стану здоров'я, і боротьби з проявами інтолерантності. З того часу дата 16 листопада проголошена Міжнародним днем толерантності [1, с.131-137].

Завдяки зусиллям ЮНЕСКО, в останні десятиліття поняття «толерантність» стало міжнародним терміном, найважливішим ключовим словом у проблематиці світу. Вона наповнена своїм особливим змістом, заснованим на загальній початкової суті даного поняття в будь-якій мові землі.

Постановка проблеми. В Україні питання толерантності нерозривно пов'язане зі встановленням держави, яке ґрунтується на мирній взаємодії, і відвертання конфліктів в політичній, соціальній, місницькій і релігійній сферах. Толерантність повноправно вважається одним з можливих шляхів подолання соціальної напруженості і проявів нетерпимості, яка є однією з найбільших глобальних проблем сучасного світу. Для вирішення вказаних проблем слід виховувати толерантність громадян, оскільки на сьогодні кожна людина усвідомлює, що взаєморозумінню, ґрунтованому на взаємодії і взаємопроникненні культур у багатонаціональній державі, необхідно учити. Суспільство розуміє, що для підтримки світу необхідно проявляти лояльність по відношенню до людей з іншими цінностями і традиціями. Особливе значення при вихованні толерантності відводиться освіті.

Актуальність проблеми. Ситуація, яка складається в освітній сфері України, також актуалізує пошук шляхів для вирішення проблеми прояву нетерпимості в сучасному суспільстві. У педагогічній науці і практичній діяльності вузів у проблеми виховання толерантності студентів педагогічних вузів особливо актуальні на сучасному етапі, але, на жаль, це порівняно нова і не досить досліджена тема. Виходячи їх вищесказаного, актуальність цього дослідження обумовлена наступними фактами: сучасному суспільству потрібно підготовку висококваліфікованих фахівців, що мають толерантне мислення; процес виховання толерантності студентів в процесі поза аудиторної роботи недостатньо досліджений.

Актуальність проблеми виховання міжнаціональної толерантності обумовлюється необхідністю утвердження міжнаціональної злагоди в поліетнічній за складом населення української державі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У педагогічній науці за останні роки посилилася увага до проблеми толерантності, що багато в чому пов'язане з формуванням культури світу і ненасильства. Теоретичний аналіз педагогічної літератури показав, що виховання толерантності розглядається в дослідженнях наступних учених: Асмолов А.[2], Максимова К.[3], Іщенко Ю.[4], Гершунський Б.[5], Рахманін В.[7], Столяренко О. [8], Кудзієва Н. [9]. На сучасному етапі відбувається вивчення етимології понять "толерантність" і "терпимість". Толерантність розглядається як прояв низької соціально-психологічної чутливості особи до "іншості", аж до байдужості, терпимості, що не містить милосердя і співчуття. Згідно з цією думкою, толерантність є втратою національної культурної індивідуальності [10].

В Україні, де національні меншини становлять майже 22 відсотки загальної кількості населення країни, надзвичайно важливу роль у забезпеченні міжнаціональної злагоди відіграє виховання міжнаціональної толерантності в молодіжному середовищі. У Декларації прав національностей України вказується, що "на території України проживають громадяни понад 100 національностей".

На наш погляд, гуманітарний цикл навчальних дисциплін, який викладається у вузі, займає провідне місце у справі виховання міжнаціональної толерантності в молодіжному середовищі. Заняття з історії України, філософії, політології відіграють найважливішу роль в цьому процесі, оскільки саме ці науки висвітлюють істотні історичні, філософсько-етичні соціально-політичні підвалини зазначеного напрямку виховання – досвід співіснування різних етносів та народів в регіонах України, і за умови максимальної об'єктивності здатна визначальним чином нейтралізуюче вплинути на різноманітні соціокультурні та ідейно-політичні чинники, які, спекулюючи на непростих сторінках історії міжнаціональних взаємин в Україні, перешкоджають утворенню міжнаціональної злагоди в сучасній українській державі. У зв'язку з цим досить дивним, приступно незрозумілим виглядають аргументації доцільності скорочення викладання гуманітарних дисциплін у вищих навчальних закладах.

Ефективність, наприклад, занять з історії України у вихованні міжнаціональної толерантності значною мірою зумовлюватиметься утвердженням у процесі їх проведення відомих загально світоглядних принципів. Мова йде насамперед про визначальний світоглядний підхід, згідно з яким нація є самодостатньою цінністю, а національна багатоманітність світу виступає необхідною умовою самозбереження і поступального розвитку людства. Суттєве виховне наповнення міститься ідея про визнання народів рівними за всіма сутнісними ознаками, про неприпустимість їх поділу на “гірших” і “кращих”, досягнення і відставання яких залежить не від сукупності певних історичних обставин, а від їх органічних якостей, котрі нібито визначили їх долю раз і назавжди.

Викладаючи гуманітарні дисципліни, важливо наголошувати й на історичному характері міжнаціональної ворожнечі, яка була неминучою в попередні епохи, і яка поступово трансформується у прийнятні, цивілізовані форми міжнаціонального суперництва та конкуренції, що сприяють загальному поступу людства.

Повноцінному вихованню міжнаціональної толерантності сприяє акцентування уваги студентів на періодах мирного співіснування етносів і народів в Україні та на фактах міжнаціональної співпраці та взаємодопомоги. До таких фактів належать, наприклад, тривала боротьба слов'янських народів проти степових племен, сторінки спільної боротьби проти Речі Посполитої українців та кримських татар під час Визвольної війни під проводом Б. Хмельницького, спільна україно-російська боротьба з Туреччиною протягом XVIII століття, Велика Вітчизняна війна. Важливе значення мають явища взаємопроникнення культур народів, що проживають в Україні, зокрема факти служіння української культури в широкому сенсі цього поняття людьми неукраїнського, чи т змішаного етнічного походження.

Важливою умовою виховання міжнаціональної толерантності є об'єктивне, неупереджене висвітлення всіх складних, неоднозначних, суперечливих сторінок історії взаємин українського народу з національними

меншинами, відмова від певних стереотипів, ідеологічних, навіть суто пропагандистських схем, які часто супроводжують ті чи інші концепції історії міжнаціональних взаємин в Україні. Відомо, що деякі політичні сили активно використовують непрості сторінки історії з певною деструктивною політичною метою, акцентують на них суспільну увагу, що перешкоджає міжнаціональному порозумінню в українському суспільстві.

Зазначимо неоднозначність розуміння толерантності в різних культурах, яке в більшою мірою залежить від історичного досвіду народів. В англійській мові (відповідно до Оксфордського словника) толерантність - це "готовність і здатність без протесту сприймати особистість або річ", у французькому – "повага свободи іншого, його способу мислення, поведінки, політичних і релігійних поглядів".

В українській мові толерантність розглядається у двох аспектах: 1) як відношення і співвідноситься зі словом терпимість, 2) як діяльність, поведінку, і співвідноситься зі словом ненасильство. В даний час має велике значення усвідомлення важливості феномена толерантності для світової спільноти. Толерантність виявляє себе як особливий бренд громадського розвитку, інтенція загальнолюдських інтересів і потреб.

Феномен толерантності властивий різним науковим областям. Педагогічна проблематика толерантності особистості полягає в розкритті способів виховання цього феномену, так як його сутнісні характеристики як ціннісного ставлення особистості до інаковості іншого здатні проявитися лише в динамічному, процесуально-дієвому аспекті.

Мета педагогіки толерантності – це виховання підростаючого покоління на ненасильницькій основі в дусі терпимості, миролюбності, співпраці, поваги прав і свобод інших людей. Заперечення насильницьких методів вирішення внутрішньо-особистісних, міжособистісних, міжетнічних і міжконфесійних конфліктів – одна із важливих завдань педагогіки толерантності. Важливим завданням педагогіки толерантності визнається розвиток умінь ненасильно вирішувати конфлікти за допомогою розвитку здатності до терпіння (витримка, самовладання, самоконтроль) та прийняття (розуміння, емпатія,) при взаємодії з "іншими" [11].

У педагогічному контексті соціальні аспекти осмислення і розуміння феномену толерантності базуються на таких положеннях:

- суспільство - складна система, що самоорганізується, стійкість якої обумовлюється міжособистісними, міжетнічними та іншими різними зв'язками;
- толерантність становить одну з фундаментальних основ досягнення соціальної злагоди в суспільстві;
- загальним методологічним принципом вивчення феномена толерантності має виступати принцип гуманізму;
- культура виступає аксіологічною основою толерантної свідомості. Сучасна наука розглядає проблему толерантності в онтогенезі у філософському, психологічному, педагогічному та соціокультурному контекстах.

Посилання

1. Декларация принципов толерантности// Утверждена резолюцией 6.61 Генеральной конференцией ЮНЕСКО от 16.11. 1995. - /Век толерантности: Научно-публицистический вестник. М.: МГУ, 2001. – С. 131-137.
2. Асмолов А.Г. Толерантность: от утопии к реальности// На пути к толерантному сознанию / Под ред. А. Г. Асмолова. М., 2000. – 255 с.
3. Максимова К.О. Основні підходи до формування толерантності у студентів ВНЗ. //Науковий вісник Донбасу. – 2011. - №2.
4. Ищенко Ю.А. Толерантность как философско-мировоззренческая проблема // Философская и социологическая мысль. № 4. - К., 1990.
5. Гершунский Б. С.Толерантность в системе ценностно-целевых приоритетов образования / Б. Гершунский: Педагогика. М., 2002. - №7. –С. 3-12.
6. Демократия: конфликтность и толерантность/ Под ред. В.С. Рахманина. Воронеж, 2002. - 301 с.
7. Ищенко Ю.А. Толерантность как философско-мировоззренческая проблема // Философская и социологическая мысль. № 4. - К., 1990.
8. Столяренко О. В. Виховання культури толерантних взаємин у студентської молоді: навчально-методичний посібник / О.В. Столяренко, О. В. Столяренко. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. – 248 с.
9. Кудзиева Н.Ю. Формирование толерантности у субъектов высшего профессионального образования. Автореферат диссертации на соискание уч. ст. кандидата педагогических наук. М., 2003 - 39 с.
10. Пугачева Е. А. Формирование толерантности студентов в поликультурной среде ВУЗа: автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. пед. наук. Н. Новгород, 2008. - 27 с.
11. Педагогика толерантности и разрешения конфликтов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rudn.ru/fpkp/programs/Lect11.htm>

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ АНТИКРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНОГО ПІДХОДУ

*Ст. викладач Н.Л. Онуфрієнко
Національний університет «Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна*

Складна економічна ситуація, що стала результатом глобальної кризи, причиною якої є COVID-19, безпосередньо вплинула на діяльність всіх без винятку підприємств. Вони знаходяться під впливом нестабільного зовнішнього середовища, що провокує виникнення криз, а отже необхідним стало впровадження нових форм та методів управління.

Основними складовими системи антикризового управління є: фінансова, маркетингова, інвестиційна, інноваційна, виробнича, логістична, тощо. Заходи, методи та інструменти задіяні для подолання кризи на промисловому підприємстві з використанням логістичного підходу, залежать від виду кризи та потребують запровадження різного набору її складових (табл. 1) [1].

Таблиця 1 – Використання складових системи антикризового управління для подолання різних видів криз на промисловому підприємстві

Вид криз	Складові системи антикризового управління										
	фінансова	інноваційна	трудова	організаційно-управлінська	інвестиційна	інформаційна	маркетингова	виробнича	науково-технічна	логістична	ресурсна
Економічна	+	+/-	+	+	+/-	+	+	+	+/-	+	+
Фінансова	+	+/-	+	+	-	+	+	+	+/-	+	+
Соціальна	+	-	+	+	-	+	-	+/-	-	-	+/-
Інформаційна	+	+/-	+/-	+/-	+	+	-	+/-	+	-	+/-
Організаційно-управлінська	+	+/-	+	+	-	+	+	+/-	+/-	+/-	+/-
Виробничо-технологічна	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+
Збуту	+	+/-	+	+	-	+	+	+	+/-	+	+
Постачання	+	+/-	+	+	+/-	+	+	+	+/-	+	+

Аналіз таблиці 1 дозволяє зробити висновок, що деякі складові застосовуються для кожного виду кризи і мають схожий зміст. Це пояснюється тим, що будь-яка криза в першу чергу впливає на фінансово-економічний стан підприємства. Першим, найбільш використовуваним інструментом антикризового управління, є скорочення витрат за всіма його складовими. В результаті чого відбувається перерозподіл ресурсів, скорочуються обсяги виробництва, порядок і масштаби яких визначаються організаційно-управлінською ланкою. Ці дії мають супроводжуватися ефективними процесами комунікацій та прийняття рішень на основі достовірної інформації. Однак, акценти для певного виду кризи та використання набору інструментів антикризового управління залишаються різними та є індивідуальними.

Цікавим є досвід та практика промислових підприємств Китаю, які, за своєю суттю, є агресивними та, без сумніву, може перетворити кризу на можливість. Основні засади роботи промислових підприємств в умовах кризи: фокус на цифрові маркетинг та продажі; залучення споживачів за допомогою досвіду та даних; перехід на розумний ланцюг поставок; баланс залежності від праці у виробництві; забезпечення/створення розумної організації [2]. Отже, одним з підходів, на якому базується система антикризового управління – є логістичний.

Основними цілями логістичної стратегії підприємства, як правило, є: зменшення витрат, мінімізація інвестицій в логістичну систему, покращання логістичного сервісу. Логістичний оперативний план при цьому зазвичай носить короткостроковий характер і використовується для управління повсякденною

діяльністю. Оперативний план є механізмом досягнення стратегічних цілей організації та розробляється в повній відповідності зі стратегічними планами; на рівні середньої ланки; на період не більше одного року, тому результати його реалізації проявляються порівняно швидко і можливе швидке застосування заходів по коригуванню виявлених відхилень на короткостроковий період. Але це не дає можливості запобігати кризовим ситуаціям [3].

Управління логістикою в антикризовому управлінні підприємством спрямовано на ефективне вирішення наступних завдань: обробка, облік і зберігання інформації про запаси; розробка правил прийняття рішень, на основі яких встановлюються терміни і розміри замовлень, необхідні для поповнення запасів; розробка стратегії фінансування виробництва на майбутні періоди. Ці завдання є взаємопов'язаними і їх вирішення може бути представлено у вигляді ієрархічної системи: перший рівень – наявні запаси і запаси, що будуть створені за рахунок розміщення замовлень, а також заділ за замовленнями споживачів; другий рівень – правила прийняття рішень, що націлені на реальне відображення поточної ситуації; третій рівень – модель системи управління логістичною діяльністю підприємства [4].

Основною метою логістики є раціональне координування фізичного розподілу і ефективне управління матеріальними потоками й потоками, що їх супроводжують, задля економії витрат, підвищення рівня обслуговування, досягнення визначених стратегічних цілей підприємства та отримання конкурентних переваг.

Визначення ролі логістичної концепції в розвитку мікроекономічних систем (підприємств, організацій, установ) дозволяє розглядати її як передумову здійснення ефективної господарської діяльності, а її практичне впровадження в управління підприємством дозволить досягти таких результатів: скорочення «циклу обслуговування споживачів»; скорочення величини запасів; зміцнення й покращення зв'язків у системі «постачальник – споживач»; зменшення витрат впродовж всього логістичного ланцюга; забезпечення більш високого рівня обслуговування споживачів; досягнення значного економічного ефекту шляхом формування нових потенціалів та джерел створення доданої вартості у довгостроковій перспективі тощо.

Відповідно, логістичний підхід є способом управління ресурсами, що характеризується зміною пріоритетів господарської діяльності на користь управління потоками (матеріальними, інформаційними, фінансовими тощо) [5].

Виділяють три основні етапи розвитку кризової ситуації та особливості антикризового управління, що характерні для кожного етапу: менеджмент попередження (докризова стадія); менеджмент порятунку (кризова стадія); менеджмент відновлення (післякризова стадія) [6]. «Виникнення кризи» в хронології кризової ситуації – це період між попереджувальними сигналами та початком катастрофи. В цей період треба вжити заходів задля уникнення потенційної кризової ситуації. «Менеджмент запобігання (попередження)» або «передкризовий менеджмент» – сукупність заходів, зусиль та дій з попередження кризової ситуації. «Вплив кризи» – шкода, заподіяна кризовою

ситуацією, відповідно, дії, спрямовані на усунення цієї шкоди називаються «менеджментом порятунку». «Менеджмент відновлення», розпочинається майже паралельно з «менеджментом порятунку» та може тривати досить довго – від моменту ліквідації основної загрози через судові процесів до повного відновлення (або ліквідації підприємства) [7, С. 152-153].

Задачі, що вирішує ефективний антикризовий менеджмент: запобігання кризового стану; використання можливостей кризової ситуації; зменшення або пом'якшення впливу та розміру кризи; швидке та ефективне ліквідування наслідків кризи [7, С. 153].

Вирішення даних задач потребує прийняття адекватного кризовій ситуації рішення, коли менеджерам «...доводиться працювати в умовах обмеженого часу та невизначеної інформації...», «...ресурси та люди піддаються ризику через кризу і спричиненого нею впливу (або впливів)» [8, С. 362].

За умов кризи в процесі прийняття управлінського рішення основними обмежувальними факторами є час, інформація та витрати [6].

Найважливішою умовою ефективного антикризового управління промисловими підприємствами на основі логістичного підходу має бути розробка антикризової стратегії, узгодженої із загальною корпоративною стратегією, яка охоплює всі функціональні напрями його діяльності та всі рівні логістичної інтеграції. В свою чергу, ефективність антикризової стратегії залежить від дотримання основних вимог до її формування; вивчення факторів, що на неї впливають та створення відповідних умов для її реалізації. Реалізація антикризової стратегії втілюється на практиці у вигляді процесу стратегічного планування на основі логістичного підходу. Для ефективного впровадження антикризового управління повинні використовуватись засоби та інструменти для їх здійснення, а саме: система антикризового управління і логістичне забезпечення. Логістичне забезпечення має буди вбудованим в систему антикризового управління та виступати комплексним засобом ефективної реалізації антикризового менеджменту.

Розглядаючи господарську діяльність будь-якого підприємства у межах логістичного підходу, виділяють наступні функціональні сфери логістики: закупівельна, виробнича, розподільча, транспортна, інформаційна (рис. 1).

Підсистема закупівельної логістики системи антикризового управління спрямована на удосконалення ефективності роботи шляхом вибору компетентних постачальників, оптимізації процесу закупівлі, розробки процесу управління закупівлями, використання стандартних робочих методик, дослідження ринку, формування стратегії та тактики закупівлі. Підсистема виробничої логістики системи антикризового управління здійснює впровадження методів управління запасами, планування виробництва, забезпечення виробництва, облік матеріального потоку, дотримання виробничого циклу, підвищення якості продукції. Збутова підсистема системи антикризового управління спрямована на системне дослідження ринку, підвищення швидкості оформлення та обробки замовлень, підвищення рівня логістичного сервісу, зменшення кількості рекламаций, штрафів тощо.



Рисунок 1 – Система антикризового управління підприємством, заснована на логістичному підході (узагальнено автором на основі [7])

Транспортна підсистема системи антикризового управління підприємством забезпечує розробку раціональних схем поставок, маршрутизацію перевезень, оптимальне завантаження транспорту, забезпечення єдності процесу транспортування з виробничим та складським процесами, забезпечення обліку на транспорті. Інформаційна підсистема системи антикризового управління підприємством розглядає організацію інформаційних потоків всередині підприємства, а також обмін інформацією між різними учасниками логістичних процесів.

Висновки

Представлення підприємства як системи антикризового управління з позиції логістичного підходу з визначеними як внутрішніми, так і зовнішніми зв'язками, є запорукою досягнення значного синергічного ефекту логістичної інтеграції всіх функціональних сфер логістики, що проявляється в отриманні вигод виробниками, постачальниками, логістичними операторами споживачами, тощо, раціоналізації організаційної структури підприємства, зниженні рівня витрат, системному управлінні підприємством, зниженні запасів сировини, готової продукції тощо, усуненні зайвих логістичних функцій та процесів тощо.

Посилання

1. Шатайло О. А. Особливості використання антикризового потенціалу в антикризовому управлінні на підприємстві / О. А.Шатайло. // Вісник ЖДТУ. – 2019. – № 2 (88). – С. 98-105.
2. COVID-19 aftermath: How the Chinese car industry can turn crisis into opportunity: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.accenture.com/cn-en/insights/automotive/coronavirus-how-chinese-car-industry-turn-crisis-opportunity> (дата звернення 14.12.2020).
3. Кучерук Г. Антикризове управління логістичними системами / Г. Кучерук // Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Економіка і управління». – 2016. – Вип. 35. – С. 36-42.

4. Рамазанов С. К., Степаненко О. П., Тимашова Л. А. Методи антикризового управління: монографія / С. К. Рамазанов, О. П. Степаненко, Л. А. Тимашова. – Луганськ: Вид-во СХУ ім. В. Даля, 2004.– 192 с.
5. Тюріна Н. М., Назарчук Т. В., Карвацка Н. С., Шкодін О. С. Управління логістичними процесами на промислових підприємствах / Н. М. Тюріна, Т. В. Назарчук, Н. С. Карвацка, О. С. Шкодін. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2018. – № 5. – Том 1. – С. 161-168.
6. Нечаєва І. А. Особливості прийняття управлінських рішень, їх оцінка та оцінювання в умовах кризи / І. А. Нечаєва. // Економічний аналіз. – Тернопіль. – 2019. – № 1. – Том 29. – С. 156-163.
7. Нечаєва І. А. Кризовий менеджмент чи антикризовий менеджмент / І. А. Нечаєва. // Проблеми економіки та управління у промислових регіонах: матеріали доповідей учасників V міжвуз. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 15-16 травня 2014 р. Запоріжжя. – 2014. – Т.2. – С.150-153.
8. Хіт Р. Кризовий менеджмент для керівників: пер. з англ. / Р. Хіт. – К.: Всеуито, Наук. Думка, 2002. – 566 с.

ЗАКОНОВИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ РАБОТОДАТЕЛИТЕ ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА БЕЗОПАСНИ И ЗДРАВΟΣЛОВНИ УСЛОВИЯ НА ТРУД НА НАЦИОНАЛНО И МЕЖДУНАРОДНО НИВО¹

Гл. ас., д-р Даниела Маринова Петрова

Катедра „Социални и правни науки“

Технически университет - Варна, България

Здравословните и безопасни условия на труд са едно от основните човешки права, свързано с опазването на живота, здравето и трудоспособността на хората в процеса на труда. То се прокламира, защитава и осигурява с множество международни и национални нормативни актове и документи, стандарти, норми и нормативи.

В трудовото ни законодателство (по специално Кодекса на труда и Закона за здравословни и безопасни условия на труд) и редица подзаконови нормативни актове (Наредбата за реда, начина и периодичността на извършване на оценката на риска; Наредбата за функциите и задачите на длъжностните лица и специализираните служби в предприятията за организиране изпълнението на дейностите, свързани със защитата и профилактиката на професионалните рискове; Наредбата за службите по трудова медицина и др.) са разписани отговорностите, реда, обхвата, етапите на работа, участниците и контрола по здравето и безопасността на труда.

¹ - **LEGAL REQUIREMENTS FOR EMPLOYERS TO ENSURE SAFETY AND HEALTHY WORKING CONDITIONS AT NATIONAL AND INTERNATIONAL LEVEL**

Приложеніето на нормативната база създава практики по оценяването на трудовия риск. Оценката на риска е внимателно изследване на всички аспекти на работата, за да се установи какво може да причини нараняване, заболяване или вреда, както и преценка дали опасността може да бъде премахната, а ако не – какви предпазни мерки трябва да бъдат предприети за отстраняване, намаляване и контролиране на риска.

Оценяването на риска се извършва от работодателя. При оценяването на риска участват служби по трудова медицина, органите за безопасност и здраве и други специалисти от предприятията, като при необходимост работодателят привлича и други външни организации и специалисти.

Степента на детайлизиране на оценката зависи от вида и естеството на опасностите, както и от възможните последици и броя на изложените на опасност лица. Целта на оценката е да се постигне сигурност, че никой няма да бъде наранен или да получи увреждане на здравето в резултат на работата с. Необходимо е тя да се индивидуализира към конкретните работни места и да се извършва със задължителното участие на работещите. Участието на работещите в планирането на мерките гарантира тяхното участие в последващото им изпълнение. Целта на автора е чрез аналитично изследване на правният инструментариум на национално и международно ниво / в това число в източниците на ЕС/ да се решат следните задачи:

1.Законови изисквания към работодателите за осигуряване на здравословните и безопасни условия на труд

Условията на труд са доста широко и често употребявано понятие в икономическата теория и социалната практика. То включва както всички елементи, които се договарят при наемането на работната сила, така и състоянието на факторите, които формират работната среда, в която протича трудовият процес, а в някои случаи и резултатите от трудовата дейност. Те са свързани както с живота, здравето и работоспособността на работниците и служителите, така и с тяхната мотивация за труд, привлекателността и ефективността на работата, която те извършват. Когато става въпрос обаче за здравословни и безопасни условия на труд, понятието „условия на труд“ се свежда обикновено до състоянието на работната среда, в която протича трудовият процес[1].

Съгласно определението, дадено в Закона за здравословни и безопасни условия на труд (ЗЗБУТ)[2]. „Здравословни и безопасни условия на труд“ са такива условия на труд, които не водят до професионални заболявания и злополуки при работа и създават предпоставка за пълно физическо, психическо и социално благополучие на работещите лица (&1, т.1 от ДР на ЗЗБУТ).

Условията на труд са здравословни, когато позволяват нормалното функциониране на човешкия организъм, според естествените му биологични потребности.

Условията на труд са безопасни, когато позволяват трудовия процес да се осъществява така, че да се опазва физическата и психическата цялост на човешкия организъм и неговите функции от външно неблагоприятно въздействие върху него.

Изискванията за здравословни и за безопасни условия на труд са взаимно свързани. Те действат едновременно и имат обща цел - опазване на живота, здравето и работоспособността на работниците и служителите.

Правото на здравословни и безопасни условия на труд е основно конституционно право на гражданите.

Задължение на работодателя е да осигури здравословни и безопасни условия на труд в предприятието, така че опасностите за живота и здравето на работниците и служителите да бъдат отстранени, ограничени или намалени. С оглед на това той създава система за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в своето предприятие[3].

Системата за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в предприятието е съвкупност от органи и връзки между тях, права и задължения, принципи, правила, подходи, норми, методи, средства, процедури и ред за създаване и поддържане на безопасни и здравословни условия на труд на работните места и общо на територията на предприятието[4].

Чрез създаването, поддържането и усъвършенстването на системата за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в предприятието *работодателя постига:*

- Спазване на законовите и подзаконовни нормативни актове в областта на здравословните и безопасни условия на труд;

- Разработването и реализирането на стратегия и политика на предприятието за подобряването на условията на труд;

- Реализацията на убеждението, че хората са основният фактор за успеха на предприятието;

- По-високо качество и по-висока продуктивност на човешките ресурси;

- Съзнателно и безопасно поведение на всички участници в трудовия процес;

- Удовлетвореност от труда, чрез приобщаване на участниците в процеса на труда към целите на предприятието;

- Намаляване на загубите на работно време и трудов потенциал и повишаване на производителността, чрез намаляване на трудовите злополуки и професионалните заболявания;

- Намаляване на разходите за компенсиране на неблагоприятните въздействия и последици от вредни и опасни условия на труд;

- Ограничаването на материалните загуби от възникналите трудови инциденти и др.

Субектите, участващи в системата за управление на здравословните и безопасни условия на труд в предприятието включват: линейните и функционалните ръководители и звена, специализираните органи, служби и длъжностни лица, комитетите и групите по условия на труд, временните звена и работни групи за решаване на конкретни проблеми свързани с ЗБУТ, работниците и служителите.

Оптималното взаимодействие на отделните субекти на системата за осигуряване на здравословните и безопасни условия на труд е залог за постигането на висока производителност на труда и конкурентноспособност на предприятието при запазване на живота, здравето и работоспособността на участниците в трудовия процес, което в крайна сметка води до реализиране целите на предприятието и повишаване на доходите от труд[5].

Основно място в процеса по оценяване на професионалния риск заемат службите по трудова медицина. Те са специализираните организации, които работодателят, създава или наема и на които възлага да извършват оценяването на риска.

При оцінювання на професійний ризик є необхідно да се изследват всички страни на трудовата дейност така, че да бъде установена всяка една възможност от опасности и рискове за хората работещи или пребиваващи в предприятието[6].

Чрез направената оценка на професійний ризик работодателят организира дейността по създаване на безопасни и здравословни условия на труд, като планира и прилага подходящи мерки за преодоляване на риска на работните места, степенува по приоритет мерките за предотвратяване, намаляване и ограничаване на риска, осъществява контрола за изпълнението и ефективността от предприетите мерки.

2. Националната нормативна база свързана с осигуряване на безопасна работна среда и условия на труд

Националната нормативна база, свързана с осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд се съдържа в множество закони и подзаконови актове. Основните закони, определящи функциите, задълженията и отговорностите на отделните субекти в областта на здравословните и безопасни условия на труд в Република България са следните:

- ♦ **Конституцията на Република България**, която утвърждава правото на здравословни и безопасни условия на труд, заплащане, съответстващо на извършената работа, както и на почивка и отпуск при условия и ред определени със закон;

- ♦ **Кодексът на труда**, регламентиращ общите права и задължения на страните в трудовия процес, свързани със създаването, поддържането и спазването на правилата и нормите за безопасни и здравословни условия на труд;

- ♦ **Кодексът за социално осигуряване**, който регламентира осигуряването при трудова злополука, сигнализирането и документирането на професионалните болести, редът и начинът на определяне на размерите на осигурителните вноски за трудова злополука и професионална болест;

- ♦ **Законът за здравословни и безопасни условия на труд**, регламентиращ, правата, задълженията и отговорностите на страните в трудовата дейност, както и финансирането на работата по осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд;

- ♦ **Законът за техническите изисквания към продуктите**, който урежда реда за определяне на съществените изисквания към продуктите, предназначени за пускане на пазара и/или за пускане в действие, реда за определяне на правата и задълженията на лицата, които извършват дейностите по оценяване на съответствието на продуктите със съществените изисквания, както и техническия надзор за спазване на изискванията, правилата и нормите за устройство и безопасна експлоатация на съоръженията с повишена опасност.

Освен посочените закони, отношение към процеса на осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд, имат и други закони, по основни от които са: Законът за здравето; Законът за устройство на територията; Законът за използване на атомната енергия за мирни цели; Законът за националната стандартизация и др.

Общият регламент намерил място в посочените закони, е детайлно разработен в подзаконовите нормативни актове, регламентиращи осигуряването на

безопасността и здравето при работа. Най-общо подзаконовите документи могат да се групират условно в следните групи[7]:

- Подзаконови нормативни актове, свързани с регламентиране на управлението на безопасността и здравето при работа;
- Подзаконови нормативни актове, свързани с общата, професионалната заболяемост и травматизма;
- Подзаконови нормативни актове, свързани с техническата безопасност на работното оборудване;
- Подзаконови нормативни актове, свързани с минималните изисквания за безопасност и здраве при работа;
- Подзаконови нормативни актове, свързани със социалното осигуряване.

Към националната нормативна база по здравословните и безопасни условия на труд могат да се отнесат и хармонизирани български държавни стандарти (БДС), свързани с безопасността на машините и съоръженията, факторите на работната среда, защитните средства, личните предпазни средства и др.

Местната (локална) нормативна база по осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд, която съществува на равнище предприятие, обикновено включва:

- Система за управление на дейности по осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в предприятието;
- Правила за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд (съгласно чл. чл. 277 и 281 от КТ);
- Инструкции за безопасност при работа с определени машини, агрегати, апарати и др.;
- План за действие при извънредни обстоятелства, непосредствена и сериозна опасност за живота и здравето на работниците и служителите;
- План за предотвратяване и ликвидиране на аварии;
- Заповеди, нареждания и други.

3. Международна и европейска нормативна уредба на здравословните и безопасни условия на труд

Нормативната основа, на която се осъществяват действията по осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд има твърде широк обхват, разностранен характер и различни източници. Действащите в момента над 200 нормативни акта в областта на здравословните и безопасни условия на труд по своя обхват и значимост заемат основно място в трудовото законодателство. Те съществуват и действат на международно, регионално, национално, отраслово (браншово) и местно (локално) равнище.

Международната нормативна уредба в областта на здравословните и безопасни условия на труда се съдържа в редица документи на Организацията на обединените нации (ООН), Международната организация на труда (МОТ), Световната здравна организация (СЗО), Международната организация по стандартизация (ISO) и др. Като страна членка на тези организации Р България се е задължила да спазва международната нормативна база. По-важните международни нормативни актове, в които се съдържат разпоредби по осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд са[8]:

- Всеобщата декларация за правата на човека на ООН от 1948 г., с която се прокламира правото на всеки човек да работи при справедливи и безопасни условия на труд;

• Конвенциите и препоръките на МОТ. От своето създаване през 1919 г. до сега тази организация, в която България членува от 6 декември 1920г., е приела близо 200 конвенции и още толкова препоръки в областта на трудовите и осигурителни отношения. От тях 24 конвенции (12 ратифицирани от България) и 22 препоръки са посветени на здравословните и безопасни условия на труд. Всички тези нормативни актове, дори и някои от нератифицираните конвенции са отразени в нашето съвременно трудово и осигурително законодателство. Това се отнася включително и за Конвенция № 155 и Препоръка № 164 относно безопасността, здравеопазването на трудещите се и работната среда от 1981 г., които са използвани при разработката на нашия Закон за здравословни и безопасни условия на труд, както и за Конвенция № 161 и Препоръка № 171 относно здравните служби по месторабота от 1985 г. и др.;

• Решения, здравни норми и нормативи, препоръчани от СЗО и МОТ.

• Международни стандарти, разработени от Международната организация по стандартизация, които по принцип имат препоръчителен характер, а изпълнението на техните изисквания се доказва чрез сертификация. Отношение към осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд в предприятията имат следните по-важни международни стандарти:

- Серия стандарти за управление на качеството ISO 9000 : 2000 (включваща четири стандарта ISO 9000 : 2000, ISO 9001 : 2000, ISO 9004 : 2000 и ISO 19011). Въпросите за инфраструктурата, работната среда и здравословните и безопасни условия на труд се третират в т. 6.3 и т. 6.4 на ISO 9001 : 2000]

- Стандарта OHSAS 18001: 2002 за създаване и поддържане на безопасни условия на труд;

- Международен стандарт за социална отговорност ISO 26000 (в процес на разработване).

Регионалната нормативна база на Европейския съюз в областта на здравословните и безопасни условия на труд е от особена важност за страната ни. По-важните нормативни актове на ЕС, свързани с условията на труд са[9]:

• **Първичното (основното) право на Европейския съюз**, включващо четири учредителни договора и съпътстващите ги приложения, допълнения и протоколи:

- Договорът за учредяване на Европейската общност за въглища и стомана от 16. 04. 1951 г. (Парижки договор);

- Договорът за учредяване на европейската икономическа общност от 25. 03. 1957 г. (Римски договор);

- Договорът за учредяване на Европейската общност за атомна енергия ЕВРАТОМ от 02. 03. 1957 г.;

- Договорът за Европейският съюз от 07. 02. 1992 г. (Маастрихтски договор).

Основата на т. н. Общ Европейски закон е Римският договор, допълнен с Единния Европейски акт от 1986 г. за създаването на вътрешно-европейския пазар. В него се съдържат две основополагащи разпоредби, свързани с осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд:

- Чл. 100А, който урежда създаването на максимални изисквания по отношение нивото на безопасност и здраве при проектиране, производство и пускане на пазара на машини, техническо оборудване и материали;

- Чл. 118А, който урежда установяването на минимални изисквания по отношение на работната среда и условията на труд.

На базата на тези две норми се изгражда вторичното европейско право в областта на здравословните и безопасни условия на труд.

- **Вторичното право на Европейския съюз** се състои от регламенти, директиви, решения, препоръки, становища и др., в областта на здравословните и безопасни условия на труд. Преобладаващите европейски нормативни актове са директивите. Те биват рамкови и индивидуални.

Рамковите директиви съдържат общите принципи и основни положения, формиращи стратегията и политиката в дадена област и се експонират предимно в съответните национални закони. Такова е например Директива 89/391/ЕИО от 12 юни 1989 г. за прилагането на мерки за насърчаване подобряването на безопасността и здравето на работниците при работа. Тя съдържа общите принципи за предпазване от професионалните рискове, защитата на безопасността и здравето, отстраняването на рисковете и причините за злополуки, информирането и консултирането, задълженията на работодателя и на работниците и служителите и др.

Индивидуалните директиви допълват и конкретизират рамковата директива в определени области (работни места, работно оборудване, работа с тежки товари, работа с видеодисплей, временни и подвижни работни места, работа в отделни специфични отрасли и дейности и др.). Те се експонират предимно в националните подзаконовни нормативни актове.[10]

- Европейската социална харта (ЕСХ) е основен нормативен акт на съвета на Европа в областта на трудовите и социални отношения. Всяка страна, която е ратифицирала хартата се задължава да спазва регламентираните мерки за защита на основните човешки права, между които е и правото на безопасни и здравословни условия на труд[11]:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Здравето при работа се счита за най-ценното достижение, както за отделния индивид, така и за всяка нация и държава.

Осигуряването на здраве и безопасност на работното място допринася положително не само за здравето, но и за производителността, качеството на продукцията /услугите, мотивацията за работа, удовлетворението от труда и по този начин **за цялостното качество на живот на отделния индивид и на цялото общество**. Това от своя страна води до цялостно подобряване на социално-икономическото развитие на страната, чрез снижаване на разходите настъпили в резултат от отсъствия от работа поради заболяване и неработоспособност, за медицинско обслужване и социално осигуряване, за обезщетения и компенсации.

Основите на съвременната държавна политика в областта на ЗБУТ са поставени с разработването и приемането на Закона за здравословни и безопасни условия на труд с което се бележи началото на хармонизирането на българското законодателство в тази област с това на Европейския съюз.

С приемането на закона в българското законодателство са въведени европейските изисквания за извършване на оценка и превенция на професионалните рискове, информиране и консултиране на работещите, балансирано участие на работещите и работодателите в социалния диалог на всички нива.

Разработени са редица наредби, които определят рамковите изисквания за реализирането на основните направления на съвременната организация на дейността. ЗЗБУТ регламентира дейностите по осигуряване на здраве и безопасност при работа и участващите в тези дейности: държавата, работодателите, работещите и техните представители.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евгениев, Ев., Б. Савова, Оценка на професионалния риск, ИК „Шанс” АД, С., 2008г.
2. Евгениев, Ев., Б. Савова, В., Куцарова, Оценка на професионалния риск, част втора, ИК „Шанс” АД, С., 2011
3. Запрянов, З, Зл. Златев, Б. Ценова, Цв. Моллова, А. Петков Базисна методика за оценка на работното място, оценка и управление на професионалния риск, НЦХМЕХ, 2000
4. Здравословни и безопасни условия на труд - Международно законодателство, в сила за България, София, 2007, "Перфект Консулт" ООД
5. Илиева Д., С. Евстатиева, Я. Проданова. Въвеждане на изискванията на Европейското законодателство при осигуряване на безопасност и здраве при работа в България. Специални директиви при рисковете, свързани с експозиция на физични фактори и химични агенти. Здравна политика и мениджмънт, 2010, 3.
6. Михалева, Д., Роля на управлението на риска при осъществяване на вътрешен инспекторски контрол в администрацията, http://ejournal.vfu.bg/bg/pdfs/daniela_mihaleva-rolyata_na_upravlението_na_riska_pri_osashtestvyavane_na_vatreshen_inpektorski_kontrol_v_administratsiyata.pdf
7. Ново обществено здравеопазване. Под ред. на В. Борисов, Зл. Глутникова, Ц. Воденичаров. Акваграфикс, 1998г.
8. Петров, С., Управление на риска, лекционен курс, електронен вариант, магистърска програма МВБУ, 2018 г., https://dlc.ibsedu.bg/pluginfile.php/142155/mod_resource/content/1/1_8.pdf
9. Попчев, И., Стратегии за управление на риска – записки на лектора, С., 2004г.
10. Проданова Я., Любомирова К., Евстатиева С., Воденичаров Ц., Цачева Н. - Роля на трудово-медицинското обслужване за подобряване на общественото здраве, Здр.мениджмънт, 2012, бр.1
11. Стратегия на ЕС за здравословни и безопасни условия на труд за периода 2014-2020 г., <http://www.nahsw.com/images/files/SEU1420-1.pdf>
12. Закон за здравословни и безопасни условия на труд ДВ бр.124/23.12.1997 г., последно изм. и доп. ДВ. бр.97 от 5 Декември 2017г.
13. Наредба № 5/11.05.1999 г. за реда, начина и периодичността на извършване на оценката на риска, доп. ДВ. бр.100 от 24 Ноември 2020г.

INDUSTRY 4.0 TOOLS FOR SUSTAINABLE BUSINESS DEVELOPMENT IN THE POST-COVID ECONOMY

Assoc. Prof., PhD in Economics N. Skorobogatova

***National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic
Institute”, Kyiv, Ukraine***

The owner of the enterprise, as a rule, seeks to maximize his profit and increase the value of the company in the future. At the same time, it is often the financial and economic goals of the enterprise that are of primary importance, without considering environmental and social problems. Therefore, the concept of sustainable development has become widespread, which provides for the human ability to ensure that the current development meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs [1]. It is necessary to consider not only the solution of economic problems for business development (reducing costs, increasing profits,

profitability, etc.), but also considering the impact of the enterprise's activities on the environment, as well as improving social standards. At the same time, an important issue is the organization of labor of the enterprise employees. Many scientists have been studying the influence of labor organization on the economy of an enterprise for a long time, analyzed the factors that affect labor productivity. At the same time, most employers seek to reduce staff costs in order to increase their profits. However, this does not always bring the desired result. The introduction of technologies from the Fourth Industrial Revolution, in which the world economy is now located, has allowed the use of many tools to use another way to reduce costs for enterprises - remote work. The Covid-19 pandemic has accelerated the almost ubiquitous use of teleworking. Many scholars and analysts are investigating the consequences of the use of remote work on the social aspects of social development, with mixed results. At the same time, there are also positive and negative consequences for the economy of the enterprise. Therefore, we believe that the problem of assessing the feasibility of using remote work requires an integrated approach.

Industry 4.0 is based on the integration of the Cyber-physical system (CPS) into manufacturing processes and product functioning. It is the use of modern technologies that allows, on the one hand, to reduce the use of labor in production processes through the automation of production, the use of Artificial Intelligence and other technologies [2]. On the other hand, the use of IT technology allows many operations to be performed remotely without being directly on site.

The problem of using remote work became especially relevant during the Covid-19 pandemic, when various quarantine restrictions were introduced in all countries. For the business to function in one way or another, many enterprises and organizations were forced to switch to remote work. Moreover, most of them remained to work using remote work.

The use of teleworking has mixed results and implications. Many scientists have studied the consequences of using IT technologies in organizing remote work. As noted [3], the costs of enterprises for the maintenance of premises, utilities and others are reduced, which can be attributed to positive effects. However, in the absence of control by the employer, there is a risk of reducing labor productivity [4]. Also, remote communication leads to a decrease in the effectiveness of communications between employees, customers and contractors. In particular, the level of openness and trust decreases [5]. At the same time, the social consequences of using remote work have an ambiguous effect: satisfaction with working conditions, saving time, and the possibility of communication are opposed to social discontent and conflicts. Remote work has recently been used in many industries, including the education sector, which requires a more thorough analysis of all positive and negative consequences. Despite the large number of studies carried out on this topic, the problems of a comprehensive assessment of the use of remote work for the sustainable development of both society in general and enterprises in particular remain not fully studied. The concept of sustainable development implies balanced development in economic, environmental and social aspects. However, the rapid development of technologies confirms the need to include an innovative component in the concept of sustainable development, which will consider the development potential of an object in the future [6].

An analysis of statistical data shows that a complete lockdown, which was applied in extreme cases, led to a catastrophic decline in both the economies of individual

countries and the world economy as a whole. The following points became the negative consequences of the lockdown:

- lack of income of the population and, as a consequence, the impossibility of ensuring a normal existence and an increase in mass social protests;
- shortage of goods and services caused by a halt in production;
- increase in household expenditures for utilities and other services, because during this period, these services were consumed in greater volume due to the greater number of users during the day (all family members stayed at home and, accordingly, consume more resources);
- an increase in the number of conflicts in the family on domestic grounds due to moral stress;
- difficulties with the organization of the educational process for children (gaining knowledge, completing assignments, lack of proven mechanisms for remote control of knowledge and remote communication) and others.

However, it should be noted that the shutdown of production as a result of the lockdown had not only economic, but also social and environmental consequences. As we have already indicated above, the negative consequences affected the economy and the social sphere. Of course, human life is the highest value, for the sake of preserving which in the context of the Covid-19 pandemic, a lockdown was introduced. At the same time, the shutdown (sharp decrease) in production volumes had a positive effect on the environment:

- decreased emissions into the environment from enterprises
- decreased air pollution due to a sharp decrease in the use of transport, etc.

However, the use of public safety equipment and disinfectants has led to an increase in the amount of waste, which is also a negative environmental factor. Since the income of the population has decreased, many families were forced to switch to using lower-quality detergents and other products that are more harmful to the people themselves and to the environment. At the same time, the volumes of water consumption for personal needs also increase, and runoffs increase accordingly. And this is not an exhaustive list of the ambiguous consequences of a lockdown, since we are not medical professionals and do not take medical aspects into account. Therefore, in order to somehow support national production and ensure social balance, business owners are forced to use remote work.

Another significant factor that has stimulated the increase in the use of remote work is scientific and technological progress, namely the Fourth Industrial Revolution. Industry 4.0 is based on the integration of the Cyber-physical system (CPS) into manufacturing processes and product functioning. It is the use of modern technologies that allows, on the one hand, to reduce the use of labor in production processes through the automation of production, the use of Artificial Intelligence and other technologies. On the other hand, the use of IT technology allows many operations to be performed remotely without being directly on site.

Today, there are many analytical works on the threats to the functioning of business in a post-like economy. According to experts from the World Economic Forum, the consequences of the coronavirus pandemic could threaten the development of the world economy in the next 3-5 years. As the main threats, they note the strengthening of social inequality and the weakening of geopolitical stability for the next 5-10 years [7]. According to experts from the World Economic Forum [7], the main risks that the world

economy will have to face are the following: infectious diseases (societal), climate action failure (environmental), weapons of mass destruction (geopolitical), biodiversity loss (environmental), natural resource crises (environmental), human environmental damage (environmental), livelihood crises (societal), extreme weather (environmental), debt crises (economic), IT infrastructure breakdown (technological).

As can be seen from this list, most of the risks are related to the environment, technology and social factors. However, all these factors have a pronounced end result - economic. In particular, small and medium-sized businesses are the most vulnerable to the influence of risk factors. For example, in the US alone, 43% of micro, small and medium-sized enterprises closed between January and April 2021, and many are still struggling and contemplating closing a business.

Closing borders and introducing protectionist policies by many states also negatively affects the development of international business due to the rupture of the supply chain, attracting investments, etc. At the same time, the pandemic pushed the development of many areas of the IT sphere: e-commerce, virtual communications, data streaming, etc. According to experts, e-commerce grew by more than 20% in 2020 [8]. On the other hand, a high degree of dependence on IT technologies increases the risk of cyberattacks and the need to pay more attention to cybersecurity. The intensification of the introduction of modern IT technologies leads to the risk of job cuts, which has been repeatedly noted by many experts.

Thus, in order to ensure sustainable business development using Industry 4.0 technologies in a post-covid economy, we consider it necessary to use the following approach - a balance between the economic, social, environmental and innovative aspects of development (Fig. 1):

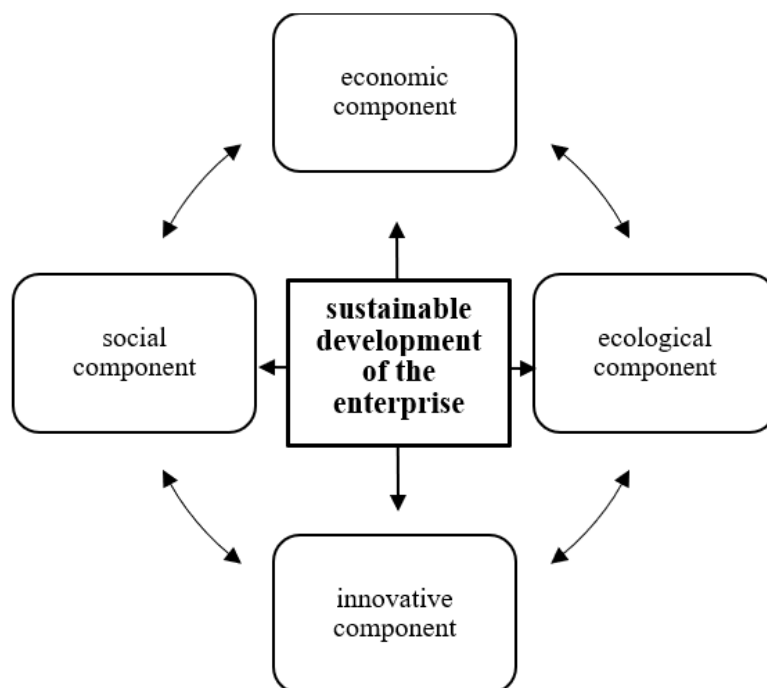


Figure 1– Components of sustainable business development in Industry 4.0

It is the balance of these four components that will make it possible for a business to function effectively in a highly risky post-covid economy.

Conclusions

The conducted research has shown the presence of significant risks for the further effective development of the business in the future. In the conditions of a post-covid economy, one of the conditions for sustainable business development is the use of Industry 4.0 technologies, which will increase the economic efficiency of enterprises, take into account the social and environmental components, and also form an innovative potential for further development.

References

1. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1987 [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>.
2. Skorobogatova N.Ye., Kravchuk Y.H. Influence of Industry 4.0 on the Competitiveness of the National Economy / N.Ye. Skorobogatova, Y. H. Kravchuk // Економічний вісник НТУУ «КПІ. - 2020. - Р. 450-464. URL: <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/216395/216486>.
3. Glenn Dutcher E. The effects of telecommuting on productivity: An experimental examination. The role of dull and creative tasks / E. Glenn Dutcher // Journal of Economic Behavior & Organization. – 2012. – Vol. 84(1). – P. 355-363. [Electronic resource]. – Access mode: <https://ideas.repec.org/a/eee/jeborg/v84y2012i1p355-363.html>.
4. Bianca A.C. Groen, Sander P. van Triest, Michael Coers, Neeke Wtenweerde. Managing flexible work arrangements: Teleworking and output controls / Bianca A.C. Groen, Sander P. van Triest, Michael Coers, Neeke Wtenweerde // European Management Journal. – 2018. – Volume 36, Issue 6. – P. 727-735. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263237318300215>.
5. Castaldo S., Premazzi K., Zerbini F. The meaning (s) of trust. A content analysis on the diverse conceptualizations of trust in scholarly research on business relationships / S. Castaldo, K. Premazzi, F. Zerbini // Journal of business ethics. – 2018. – № 96 (4). – P. 657-668.
6. Skorobogatova N. Sustainable Development of an Enterprise Under Industry 4.0 Conditions / N. Skorobogatova // International Conference on Creative Business for Smart and Sustainable Growth (CREBUS). 18–21 March 2019. [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8840049>. doi: 10.1109/CREBUS.2019.8840049
7. The Global Risks. Report 2021 [Electronic resource]]. – Access mode: http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf/.
8. E-commerce in the time of COVID-19 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/e-commerce-in-the-time-of-covid-19-3a2b78e8/>

ЗМІСТ ♦ CONTENTS ♦ СОДЕРЖАНИЕ

(прізвища авторів і назви доповідей наведені мовою оригіналу)

(authors surname and the list of reports correspond to originals)

(фамилии авторов и названия докладов приведены на языке оригинала)

<i>Величко О.Г.</i> Привітання учасникам конференції	6
<i>Velichko Olexandr</i> Greeting the participants of the conference	7
СТРАТЕГІЯ ЯКОСТІ. КОНЦЕПЦІЯ НА ДЕСЯТИЛІТТЯ. Пам'яті Станіслава Тихоновича Пліскановського	8
СТРАТЕГИЯ ЗА КАЧЕСТВО. КОНЦЕПЦИЯТА ЗА ДЕСЯТЛЕНИЕ. В памет на Станислав Тихонович Плискановски	10
<i>Хохлова Т.С., Іванов І.В., Ступак Ю.О.</i> Щодо науково-педагогічного стажування викладачів вищих навчальних закладів в сучасних умовах (на прикладі стажування на базі Технічного університету м. Варна)	12

СЕКЦІЯ 1: ЯКІСТЬ В ПРОМИСЛОВОСТІ

SECTION 1: QUALITY IN INDUSTRY

СЕКЦИЈА 1: КАЧЕСТВО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<i>Аджемський С.В., Кононенко Г.А., Подольський Р.В.</i> Дослідження впливу орієнтації при друку за SLM-технологією зразків з INCONEL 718 на механічні властивості	17
<i>Антрапцева Н.М., Козачук Т.В., Біла Г.М.</i> Дослідження складу продуктів спільного осадження гідратованих фосфатів кобальту і кальцію	19
<i>Бабаченко О.І., Кононенко Г.А., Подольський Р.В., Сафронова О.А., Марцинішин В.В.</i> Статистичний аналіз механічних властивостей залізничних коліс марки ER7 за EN 13262 та марки 2 за ДСТУ ГОСТ 10791:2016 ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»	24
<i>Бажай-Жежерун С.А., Соколова О.М.</i> Використання біоактивованого нуту для збагачення м'ясо-рослинних консервів	28
<i>Бажай-Жежерун С.А., Береза-Кіндзерська Л.В., Тогачинська О.В.</i> Збагачення хліба продуктами перероблення конопель	31
<i>Водин І.І., Данилюк А.С., Лихачев Е.С., Малыш В.В., Здорик О.В.</i> Технологические особенности производства ферросиликохрома	35
<i>Волошенко О.С., Хоренжий Н.В.</i> Вплив ферментних препаратів на реологічні властивості тіста з пшеничного борошна	40
<i>Губенко С.И.</i> Трансформация гетерофазных включений «эвтектики» при обработке сталей давлением	47
<i>Дзиба А.А.</i> Ботанічна пам'ятка природи «Лісовий дендрарій» (історія формування, таксономічний склад)	52
<i>Должанський А.М., Максакова О.С.</i> Алгоритм перевірки актуальності та рівня гармонізації національних стандартів як індикатор розвитку системи стандартизації України	56
<i>Dromenko O.B., Yancheva M.O., Bolshakova V.A., Onishchenko V.M., Inzhlyants A.T.</i> Development of an innovative idea for a new product - semi-finished restructured frozen meat products	61
<i>Жданов В.С., Карпов В.Ю.</i> Получение газаров из алюминиевых износостойких бронз ...	65
<i>Зайцева Т.О.</i> Оптимізація режимів термічної обробки мартенситно-старіючої сталі H13K11M6B6TiO8 з використанням даних рентгенографічних досліджень	68

Zalyubovskiy M.G., Panasyuk I.V. Research of constructive and geometrical parameters of the spatial mechanism of the part-processing machine	74
Кімстач Т.В., Узлов К.І., Усенко Р.В., Солоненко Л.І. Корозійна стійкість бронзових виробів	78
Кормер М.В., Ковальова І.Б. Зменшення об'ємів накопичення відходів шляхом повторного використання в коксовому виробництві в умовах ПрАТ «АКХЗ»	83
Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Пінчук В.Л., Столбовий В.О. Зміцнення інструменту для холодної роликової прокатки корозійностійких труб шляхом проведення хіміко-термічної обробки і нанесення зносостійких покриттів	88
Малинка О.В., Мудрицька К.Р. Експертиза напоїв безалкогольних сильногазованих та аналіз небезпечних чинників їх виробництва	95
Minko Oleksandr Method for the sealing elements of powerful electrical machines (turbogenerators) geometric parameters determining	100
Мовчан А.В., Черноиваненко Е.А. Влияние термоциклирования на формирование композиционных структур при науглероживании	104
Перерва В.Я., Форись С.М., Усенко А.Ю., Старченко А.В. Експериментальне дослідження ефективності використання теплових екранів у прокатному виробництві	107
Перчун Г.І., Івченко О.В., Чмельова В.С. Вплив циклічної деформації на властивості холоднодеформованої заготовки з низьковуглецевих нелегованих сталей	111
Rybalko Ivan New technology to improve service durability of duckfoot sweep cultivator blades	115
Ропай В.А., Каряченко Н.В. Експериментальні дослідження жорсткісних параметрів гум при випробуваннях на стискання в широкому діапазоні деформацій	120
Руденко М.Р., Кащеєв М.А., Руденко Р.М., Сорока О.В. Порівняння технологій низькотемпературного нагрівання агломераційної шихти	125
Сдвижкова Е.А., Бугрим О.В., Тимченко С.Е., Клименко Д.В. Математическая модель для описания ползучести стареющего тела (полимера)	128
Скворцова Поліна, Черниш Єлізавета, Штепа Володимир, Данилов Дмитро Аналіз окремих даних щодо впливу окисно-відновного потенціалу на інтенсифікацію процесу анаеробного зброджування стоків та осадів стічних вод	132
Соколова В.П. Оцінка знеміцнення твердих тіл при використанні адсорбційно-активних середовищ	135
Соловійова І.А., Николаєнко Ю.М. Аналіз та дослідження точності та якості холоднодеформованих нержавіючих та титанових труб	140
Stupak Yurii The use of X-ray research methods to clarify the degree of pulverized coal particles thermal destruction during combustion under conditions of it ijection into a blast furnace	144
Чейлях О.П., Мак-Мак Н.Э., Чейлях Я.О. Підвищення довговічності деталей машин формуванням градієнтів метастабільних модифікацій цементацією та термічною обробкою	149
Шупов В.П. О некоторых аспектах биологического воздействия электромагнитных полей цепей электропитания постоянного тока и токов промышленной частоты	156

СЕКЦІЯ 2: ЯКІСТЬ В ОСВІТІ

SECTION 2: QUALITY IN EDUCATION

СЕКЦИЯ 2: КАЧЕСТВО В ОБРАЗОВАНИИ

<i>Адобовська М.В.</i> Дистанційна форма освіти та її вплив в перспективі на результати навчання майбутнього фахівця-географа	164
<i>Баландіна Н.Ф., Кубко В.П.</i> З досвіду залучення роботодавців до організації та реалізації освітнього процесу	169
<i>Бойко Ю.В., Білик Є.Ю.</i> Аспекти екологічного виховання під час викладання хімічних дисциплін у закладах вищої освіти	175
<i>Dimitrov Sergey</i> Обобщен анализ на дейността и перспективите по проекти за кредитна мобилност, финансирани от програма „Еразъм+“	177
<i>Дюженкова О.Ю., Дудкін М.Є.</i> Застосування задач з параметрами при викладанні вищої математики	179
<i>Зінченко А.Л., Зінченко С.М.</i> Соціальне партнерство ВНЗ і підприємств як регулятор професійної адаптації студентів	181
<i>Ivashchenko V.P., Shvachych G.G., Ivashchenko O.V., Bilyi O.P., Vozna N.Y.</i> Some aspects of the distance learning model	187
<i>Кадиева Зухран</i> Ролята на университетите в съвременната иновационна система	192
<i>Komisarenko Nataliia</i> Stages of the transformation of the quality assurance system of higher education in Ukraine	198
<i>Копосов П.Г.</i> Адаптація навчального матеріалу з навчання грамоти до індивідуальних особливостей учнів першого класу	203
<i>Лузік Е.В., Ладозубець Н.В., Михеева Т.О.</i> Світові моделі дистанційної освіти в технічному закладі вищої освіти: сучасні виклики	207
<i>Огоренко В.В., Гненна О.М.</i> Деякі особливості студентцентрованого підходу в умовах дистанційної освіти	214
<i>Савкіна Т.С., Єчкало Ю.В.</i> Щодо розвитку пізнавальних здібностей школярів при вивченні електромагнітних явищ	216
<i>Сдвижкова Е.А., Щербakov П.Н., Тимченко С.Е., Бабец Д.В.</i> Использование эвристического подхода при построении линейного дифференциального уравнения второго порядка для активизации процесса обучения математике	218
<i>Хохлова Т.С., Ступак Ю.О., Зінченко С.М.</i> Щодо проблеми підготовки кваліфікованих майстрів та інших менеджерів сучасного виробництва	224

СЕКЦІЯ 3: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВOSTІ ТА ОСВІТІ

SECTION 3: INFORMATION TECHNOLOGIES IN INDUSTRY AND EDUCATION

СЕКЦИЯ 3: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ

<i>Aleksiev Oleg, Matsiy Mykhailo</i> Automatic telematic distributed systems	228
<i>Біла Г.М., Коробка Ю.В., Антрянцева Н.М.</i> Використання інформаційних технологій у навчанні хімічних дисциплін	231
<i>Vasileva Beaneta</i> Organization and structure of the university patent information centres and their role in the protection of the intellectual property	236

Головко Ю.Н., Клименко Д.В. Об интерпретации одного сейсмоакустического критерия газодинамических явлений	246
Данилевич С.Б. Хмарні технології в навчальному процесі	253
Ivashchenko V.P., Shvachych G.G., Ivashchenko O.V., Bilyi O.P. Automated system of distance learning and network diagnostics of knowledge	255
Калько Р.М. Вдосконалення моделей ієрогліфіки китайської мови з використанням інформаційних технологій (на основі машини Тьюрінга)	263
Козыренко С.И., Козыренко В.П. Информационная безопасность в условиях удаленного обучения	265
Matsyi Olga, Nizhnykov Anatoly Analysis of «GraphQL» and «REST» architectures	268
Moroz Dmytro Expanding the computational capabilities of solving tightly coupled problems in multiprocessor systems	273
Мороз Д.М. Особливості використання багатоядерних процесорів в багатопроекторних обчислювальних системах	278
Серіков Я.О. Визначення типу акустичних пружних хвиль для контролю надійності експлуатації монолітних і багатошарових будівельних конструкцій неруйнівним імпульсним методом	282
Стоянов С.Х., Захариева С.Л. Исследование возможности улучшения качественных параметров интегрирующих преобразователей для измерения сил и моментов в точном земледелии	287
Суровцев І.В., Назаренко Т.М. Застосування ефективних методів інформаційних технологій у моніторингу екологічного стану об'єктів навколишнього середовища	293
Урдізік С.М. Застосування методу скінченних елементів у розрахунках напружено-деформованого стану дорожніх одягів	297
Shved M.I., Martynyuk Lil.P., Heryak S.M., Martynyuk Lar.P., Prokopovych O.A. Peculiarities of distance (online) education at the clinical departments of medical university during quarantine	301

СЕКЦІЯ 4: ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЯКОСТІ

SECTION 4: ECONOMIC ASPECTS OF QUALITY

СЕКЦІЯ 4: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАЧЕСТВА

Аксьонова І.М. Методика оцінки техніко-економічних показників для обґрунтування технічних рішень при проектуванні систем отримання вторинного вуглецевого палива	305
Альошина Т.В. Процесний підхід до формування кадрового потенціалу підприємства	307
Гуцалова В.І. Сучасні методи управління (на прикладі ТОВ «Інтерпайп Ніко Тьюб»)	310
Кузнецов О.А. Виховання міжнаціональної толерантності в циклі гуманітарних дисциплін у ВНЗ сучасної України	314
Онуфрієнко Н.Л. Формування системи антикризового управління підприємством на основі логістичного підходу	318
Петрова Даниела М. Законови изисквания към работодателите за осигуряване на безопасни и здравословни условия на труд на национално и международно ниво	323
Skorobogatova Natalia Industry 4.0 tools for sustainable business development in the post-covid economy	330

Наукове видання

**XVI Міжнародна конференція
«Стратегія якості у промисловості і освіті»
2 – 5 червня 2021 р., Варна, Болгарія**

МАТЕРІАЛИ

Українською, англійською, болгарською та російською мовами
Відповідальні за випуск: Хохлова Т. С., Ступак Ю. О., Журавель В.П.

Укладачі: Хохлова Т. С., Ступак Ю. О.

Комп'ютерна верстка, дизайн Ступак Ю. О.

Технічний редактор Ступак Ю. О.

Здано на складання 20.05.21. Підписано до друку 14.06.21.
Формат 60х84/8 Папір офсетний. Друк офсетний.
Умовн. друк. арк. 39,27. Наклад 350 прим. Замовлення № 1812

ТОВ «Дніпровський освітній центр»
49000, Україна, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 1/2

Видавництво «Дике Поле»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Троїцька (кол. Чекистів), 31-А.
Тел.: (050) 454-07-61

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи 33 № 004 від 23.08.2001 р.

XVI Міжнародна конференція **«Стратегія якості в промисловості і освіті»:**
М 34 Матеріали. – Дніпро-Варна, 2021. – 340 с.
ISBN 978-617-7891-07-8

До збірника матеріалів XVI Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (2–5 червня 2021 р., Варна, Болгарія) увійшли 71 публікація (статті, тези), що надійшли до оргкомітету і були прийняті до опублікування.

Proceedings of the XVI International Conference «Strategy of Quality in Industry and Education» (June 2 - June 5, 2021, Varna, Bulgaria) includes 71 reports (articles, theses) received by the organizing committee and accepted for publication.

УДК 001.83(477)(06)