

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

**МАТЕРІАЛИ**

*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)  
МЗ4

**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)

## АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ХОЛОДНОДЕФОРМОВАНИХ НЕРЖАВІЮЧИХ ТА ТИТАНОВИХ ТРУБ

*Доц., канд. техн. наук І.А. Соловійова, 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]:

$$\Delta S_T = \Delta S_3 \left( 0,1 + 0,9 \frac{D_3}{D_T} \right) + \Delta S_H,$$

де  $\Delta S_H$  – наведена в стані різностінність (2-5% в залежності від конструкції і стана обладнання);  $\Delta S_T$  – 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  $\eta$  – дрібність деформації;  $\Delta S_3$  – 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 стана, 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 стана 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  $\delta_0$  – відносна різностінність заготовки;  $\mu$  – коефіцієнт витяжки;  $m$  – подача.

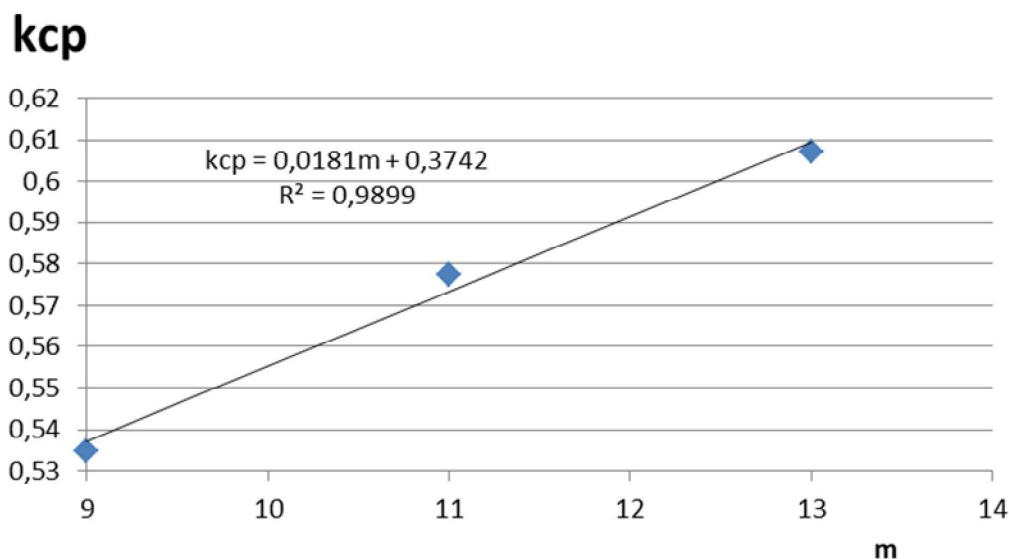


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта  $k_{cp}$  зміни відносної різностінності від подачі  $m$

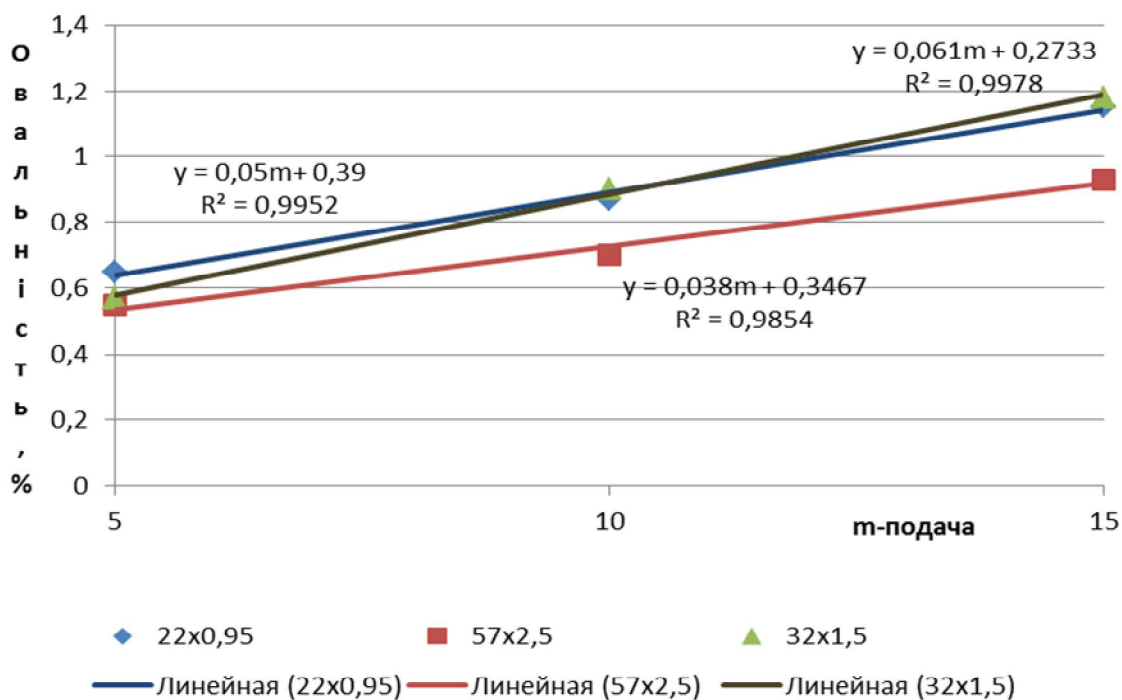
**Таблиця 1 – Вплив параметрів деформації на відносну різностінність труби**

Подача, $m$	Рівняння регресії, $R$ -коефіцієнт множинної регресії
9	$R=1 \delta_t = -3,669 + 0,168\delta_0 + 1,924\mu$
11	$R=1 \delta_t = -3,943 + 0,729\delta_0 + 0,539\mu$
13	$R=1 \delta_t = -145,073 + 5,627\delta_0 + 21,988\mu$

**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:

$$\begin{aligned} O, \text{мм} &= -0,104 + 0,017m + 0,006Dsr \\ O\% &= 0,5203 + 0,0499m - 0,005Dsr \end{aligned} \quad (3)$$

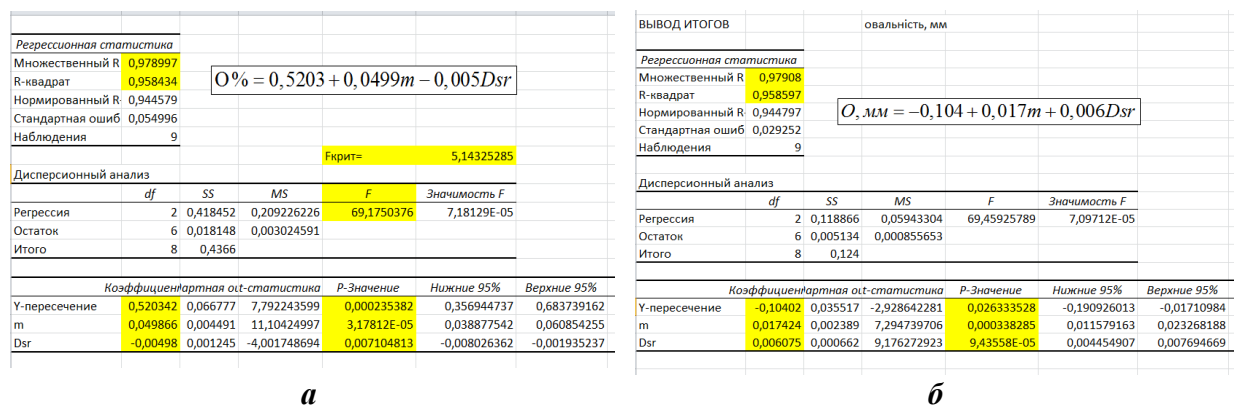
де  $O\%$  – відносна овальність, %;

$O, \text{мм}$  – абсолютна овальність.

$Dsr$  – середній діаметр труб;

$m$  – подача, мм.

Проведений регресійний аналіз (рисунок 3, а, б) показав адекватність отриманих рівнянь зі значимими коефіцієнтами.



**Рисунок 3 – Регресійний аналіз впливу подачі та середнього діаметра труб на відносну (а) та абсолютну (б) овальність**

Отримані рівняння нададуть допомогу в прогнозуванні овальності труб по вхідним даним розмірів труби та параметрам процесу прокатки.

### **Висновок**

Отримані залежності параметрів точності від параметрів технологічного процесу використані при розрахунках маршрутів виробництва нержавіючих та титанових труб холодною прокаткою, при проектуванні ділянок та міні-заводів по виробництву нержавіючих та титанових труб холодною прокаткою.

### **Посилання**

1. Столетний, М.Ф. Точность труб / М.Ф. Столетний, Е.Д. Клемперт – М.: Металлургия, 1975. - 239 с.
2. Хаустов, Г.И. Исследование точности прокатки холоднокатаных труб: автореф. дис. на соискание степени канд. тех. наук: спец. 324 «Обработка металлов давлением» / Г.И. Хаустов. - Днепропетровск, 1971. – 20 с.
3. Орро, П.И. Производство стальных тонкостенных труб / П.И. Орро, Я.Е. Осада. - М.-Харьков: Металлургиздат, 1951. - 416 с.
4. Міщенко, О.В. До пояснення механізму зменшення поперечної різностінності труб при холодній прокатці на оправці / О.В. Міщенко, В.У. Григоренко // Обработка материалов давлением. Сб. научн. трудов. – Краматорск: ДГМА, 2011. – №3(28). – С.216-219.
5. Головченко, А.П. Экспериментальное исследование поперечной разностенности труб при ведении процесса холодной пильгерной прокатки труб с различными сочетаниями выполнения подачи и поворота / А.П. Головченко, В.У. Григоренко, С.В. Пилипенко // Удосконалення процесів і обладнання обробки металів тиском в металургії і машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Краматорськ, 2011. – С. 175-178.

## 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
<b>СТРАТЕГІЯ ЯКОСТІ. КОНЦЕПЦІЯ НА ДЕСЯТИЛІТТЯ. Пам'яті Станіслава Тихоновича Пліскановського</b> .....	8
<b>СТРАТЕГИЯ ЗА КАЧЕСТВО. КОНЦЕПЦИЯТА ЗА ДЕСЯТЛЕНИЕ. В памет на Станислав Тихонович Плискановски</b> .....	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

### СЕКЦІЯ 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., Марцінішин 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> Ботанична 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 Н13К11М6В6ТЮС з використанням даних рентгенографічних досліджень	68

<i>Zalyubovskiy M.G., Panasyuk I.V.</i> Research of constructive and geometrical parameters of the spatial mechanism of the part-processing machine .....	74
<i>Кімстач Т.В., Узлов К.І., Усенко Р.В., Солоненко Л.І.</i> Корозійна стійкість бронзових виробів .....	78
<i>Кормер М.В., Ковальова І.Б.</i> Зменшення об'ємів накопичення відходів шляхом повторного використання в коксовому виробництві в умовах ПрАТ «АКХЗ» .....	83
<i>Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Пінчук В.Л., Столбовий В.О.</i> Зміцнення інструменту для холодної роликової прокатки корозійностійких труб шляхом проведення хіміко-термічної обробки і нанесення зносостійких покриттів .....	88
<i>Малинка О.В., Мудрицька К.Р.</i> Експертиза напоїв безалкогольних сильногазованих та аналіз небезпечних чинників їх виробництва .....	95
<i>Minko Oleksandr</i> Method for the sealing elements of powerful electrical machines (turbogenerators) geometric parameters determining .....	100
<i>Мовчан А.В., Черноиваненко Е.А.</i> Влияние термоциклирования на формирование композиционных структур при науглероживании .....	104
<i>Перерва В.Я., Форись С.М., Усенко А.Ю., Старченко А.В.</i> Експериментальне дослідження ефективності використання теплових екранів у прокатному виробництві .....	107
<i>Перчун Г.І., Івченко О.В., Чмельова В.С.</i> Вплив циклічної деформації на властивості холоднодеформованої заготовки з низьковуглецевих нелегованих сталей .....	111
<i>Rybalko Ivan</i> New technology to improve service durability of duckfoot sweep cultivator blades .....	115
<i>Ропай В.А., Каряченко Н.В.</i> Експериментальні дослідження жорсткісних параметрів гум при випробуваннях на стискання в широкому діапазоні деформацій .....	120
<i>Руденко М.Р., Кащеєв М.А., Руденко Р.М., Сорока О.В.</i> Порівняння технологій низькотемпературного нагрівання агломераційної шихти .....	125
<i>Сдвижкова Е.А., Бугрим О.В., Тимченко С.Е., Клименко Д.В.</i> Математическая модель для описания ползучести стареющего тела (полимера) .....	128
<i>Скворцова Поліна, Черниш Єлізавета, Штепа Володимир, Данилов Дмитро</i> Аналіз окремих даних щодо впливу окисно-відновного потенціалу на інтенсифікацію процесу анаеробного зброджування стоків та осадів стічних вод .....	132
<i>Соколова В.П.</i> Оцінка знеміцнення твердих тіл при використанні адсорбційно-активних середовищ .....	135
<i>Соловійова І.А., Николаєнко Ю.М.</i> Аналіз та дослідження точності та якості холоднодеформованих нержавіючих та титанових труб .....	140
<i>Stupak Yurii</i> 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
<i>Чейлях О.П., Мак-Мак Н.Э., Чейлях Я.О.</i> Підвищення довговічності деталей машин формуванням градієнтів метастабільних модифікацій цементациєю та термічною обробкою .....	149
<i>Шупов В.П.</i> О некоторых аспектах биологического воздействия электромагнитных полей цепей электропитания постоянного тока и токов промышленной частоты .....	156

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 60x84/8 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. Чекістів), 31-А.  
Тел.: (050) 454-07-61

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ЗЗ № 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)