

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)  
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)

# 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. Babiychuk 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.

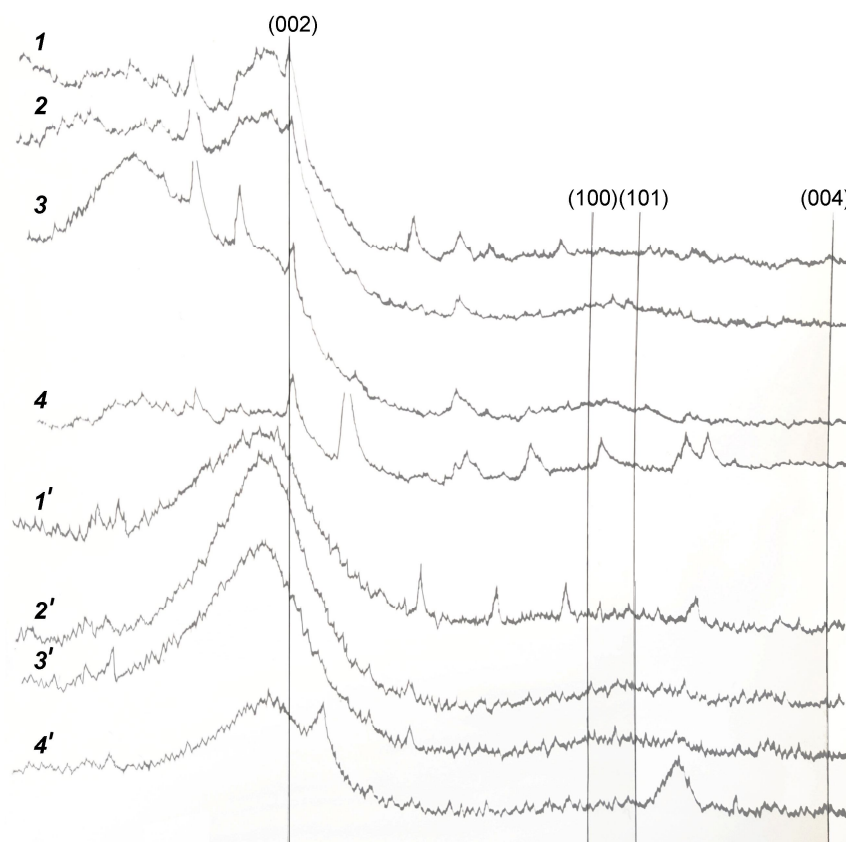
The X-ray diffraction analysis was carried out on the initial sample of lean coal (LC) grade and the residue from the combustion of this coal in experiments on the DTF described in [6], as well as the residue from the combustion of a mixture of this coal with gas coal and peat. The proximate analysis 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 $\mu\text{m}$	100-71 $\mu\text{m}$	< 70 $\mu\text{m}$
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  $\text{Fe-K}\alpha$  - 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  $\lambda$  - is the wavelength of X-ray radiation, Å;  $\theta$  - 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  $\beta$  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.

## 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

### 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> 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>Ронай 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, Штена 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)