

Міністерство освіти і науки України
Державна наукова установа
«Інститут модернізації змісту освіти»
Український державний університет
науки і технологій /УДУНТ/
Інститут промислових та бізнес-технологій УДУНТ
Університет Алгарве Фаро /Португалія/
Технічний університет - Варна /Болгарія/
Технічний університет Відень /Австрія/
Національний авіаційний університет /Україна/
Дніпровський освітній центр /Україна/
Нікопольський факультет УДУНТ

Ministry of Education and Science of Ukraine
State Scientific Institution
“Institute of Education Content Modernization”
Ukrainian State University
of Science and Technologies /USUST/
Institute of Industrial and Business Technologies of USUST
Universidade do Algarve /Portugal/
Technical University – Varna /Bulgaria/
Technical University of Vienna /Austria/
National Aviation University /Ukraine/
Dnipro Education Center /Ukraine/
Nikopol's Faculty of USUST

**VI Міжнародна конференція
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В НАУЦІ ТА ОСВІТІ.
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД»**

**16-18 січня 2024 р.
м. Дніпро, Україна**

МАТЕРІАЛИ



**VI International Conference
«INNOVATIVE TECHNOLOGIES
IN SCIENCE AND EDUCATION.
EUROPEAN EXPERIENCE»**

**January 16-18, 2024
Dnipro, Ukraine**

PROCEEDINGS

Дніпро
Dnipro
Журфонд
Jourfond
2024

УДК 658.562.012.7
М34

Схвалено Вченою радою навчально-наукового Інституту промислових та бізнес технологій УДУНТ і редакційною радою конференції

Укладачі: Т.С. Хохлова, Ю.О. Ступак

До збірника матеріалів VI Міжнародної конференції «Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід» (16-18 січня 2024 р., Дніпро, Україна)* увійшло 58 доповідей (статті, тези), що надійшли до оргкомітету та були прийняті до опублікування.

Proceedings of the VI International Conference «Innovative technologies in science and education. European experience » (January 16-18, 2024, Dnipro, Ukraine) includes 58 reports (articles, theses) received by the organizing committee and accepted for publication.

* конференцію було включено до Переліку МОНУ наукових конференцій з проблем вищої освіти та науки на 2023 рік (розділ I /Міжнародні конференції/, поз. 516), з проведенням у листопаді у м. Гельсінкі (Фінляндія), але через складні обставини, пов'язані з воєнним станом, конференцію було перенесено на середину січня 2024 р. з проведенням в університеті Алгарве (Фара, Португалія), що є одним зі співорганізаторів. Через складнощі організаційного характеру (мала кількість очних учасників, діючі обмеження щодо перетину державного кордону України та ін.) оргкомітетом було прийняте рішення провести конференцію в повністю «заочному» форматі, у м. Дніпро (УДУНТ), без виїзду учасників до університету Алгарве

**Верстку збірника здійснено з оригіналів,
наданих авторами в електронному вигляді.**

**Тексти доповідей / статей, тез / та їх назви в змісті відтворені мовами оригіналів,
в редакції, запропонованій авторами, або узгодженій з ними.**

**Укладачі збірника і видавець не несуть відповідальності
за зміст матеріалів, наданих їх авторами, а також якість формул та ілюстрацій,
виконаних з відхиленнями від вимог редакційної ради.**

ISBN 978-966-934-522-6

© УДУНТ, 2024

© Дніпровський освітній центр, 2024

© Хохлова Т.С., Ступак Ю.О.,
упорядкування, 2024

РЕДАКЦІЙНА РАДА EDITORIAL BOARD

Костянтин Сухий, д.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій)

Олександр Величко, д.т.н., проф., член - кореспондент Національної академії наук України (Український державний університет науки і технологій / Інститут промислових та бізнес технологій)

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

Тетяна Хохлова, к.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій / Інститут промислових та бізнес технологій)

Кай Р. Ліліус, д-р, проф. (Університет Аалто, Гельсінкі, Фінляндія)

Валерій Іващенко, д.т.н., проф. (Український державний університет науки і технологій / Інститут промислових та бізнес технологій)

Ернст Козеснік, д.т.н., проф. (Технічний Університет Відень, Австрія)

Томас Диллінджер, д.т.н., проф. (Технічний Університет Відень, Австрія)

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

Михайло Гасик, д.т.н., проф. (Університет Аалто, Гельсінкі, Фінляндія)

Рібейро Джонкалвес, доктор філософії, проф. (Університет Алгарве, Фаро, Португалія)

Адріано Примпао, доктор філософії, проф. (Університет Алгарве, Фаро, Португалія)

Генадій Швачич, д.т.н., проф. (Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Україна)

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

Іван Іванов, д-р. інж., доц. (Технічний університет - Варна, Болгарія)

Наталія Ладогубець, к. пед. н., проф. (Національний авіаційний університет, Україна)

Юрій Ступак, к.т.н., доц. (Український державний університет науки і технологій / Інститут промислових та бізнес технологій)

Kostiantyn Sukhyi, Dr. Sc., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies)

Alexander Velichko, Dr. Sc., Prof., Corr. Member of Ukraine National Academy of Sciences (Ukrainian State University of Science and Technologies / Institute of Industrial and Business Technologies)

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

Tatyana Khokhlova, Dr. Eng., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / Institute of Industrial and Business Technologies)

Kaj R. Lilius, Dr. Sc., Prof. (Aalto University, Helsinki, Finland)

Valery Ivashchenko, Dr. Sc., Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / Institute of Industrial and Business Technologies)

Ernst Kozeschnik, Dipl.-ing. Dr. techn., Prof., (Technical University Wien, Austria)

Thomas Dillinger, Dipl.-ing Dr. techn., Prof., (Technical University Wien, Austria)

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

Michael Gasik, Dr. Sc., Prof. (Aalto University, Helsinki, Finland)

Ribeiro Joncalves, PhD., Prof. (University of Algarve, Faro, Portugal)

Adriano Primpao, PhD, Prof (University of Algarve, Faro, Portugal)

Henadii Shvachych, Dr. Sc., Prof. (Dnipro University of Technology, Ukraine)

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

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

Nataliia Ladogubets, Candidate of pedagogical sciences, Prof. (National Aviation University, Ukraine)

Yurii Stupak, Dr. Eng., Assoc. Prof. (Ukrainian State University of Science and Technologies / Institute of Industrial and Business Technologies)

НАПРЯМИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

СЕКЦІЯ 1.

Інноваційні технології в освіті

- основні тенденції розвитку вищої освіти - національна специфіка, проблеми, пріоритети;
- здобутки і проблеми вузів України щодо інтеграції в європейський та світовий освітній простір, міжнародне співробітництво та інтеграція в сфері освіти;
- проблеми взаємодії освітніх інституцій і самостійність університетів;
- інформаційні й комунікаційні технології в освіті та для освіти;
- розробка та імплементація професійних і освітніх стандартів;
- проблеми вдосконалення освітніх програм та їх підготовки до акредитаційної експертизи;
- академічна мобільність викладачів та студентів в умовах єдиного європейського освітнього простору;
- роль гуманітарної освіти у розвитку ключових компетенцій конкурентоспроможного фахівця;
- проблеми організації та підтримки навчального процесу в освітніх закладах в умовах надзвичайних ситуацій;
- сучасні освітні технології та забезпечення навчання в змішаному та он-лайн форматах, новітні підходи до організації дистанційного навчання та контролю його результатів.

СЕКЦІЯ 2.

Сучасні проблеми розвитку науки і виробництва

- наука та інновації в діяльності вищих навчальних закладів, проблеми інтеграції освіти і науки;
- проблеми взаємодії освіти, науки та виробництва (бізнесу), інвестиційно-інноваційні аспекти розвитку науки;
- сучасні фактори трансформації промисловості в умовах глобалізації та комп'ютеризації;
- транспорт, логістика та комунікації як важлива складова економічної стійкості та розвитку в сучасних умовах;
- перспективні конструкційні матеріали та сучасні технології обробки матеріалів;
- автоматизоване управління технологічними процесами в промисловості і на транспорті;
- інформатизація та комп'ютеризація в промисловості та у транспортній галузі, програмно-технічні комплекси та технології;
- проблеми сталого розвитку промисловості й транспортної інфраструктури у кризових умовах;
- проблеми економічної теорії та актуальні проблеми сучасної економіки в умовах нестабільності.

SUBJECTS OF CONFERENCE WORK

SECTION 1.

Innovative technologies in education

- the main tendencies of the development of higher education - national specifics, problems, priorities;
- achievements and problems of Ukraine higher education institutions regarding integration into the European and world educational space, international cooperation and integration in the field of education;
- problems of educational institutions interaction and independence of universities;
- information and communication technologies in education and for education;
- development and implementation of professional and educational standards;
- problems of educational programs improving and their preparation for accreditation examination;
- academic mobility of teachers and students in the conditions of a common European educational space;
- the role of humanitarian education in the development of a competitive specialist key competencies;
- problems of the educational process organizing and supporting in educational institutions in emergency situations;
- modern educational technologies and provision of training in mixed and online formats, the latest approaches to the organization of distance learning and control of its results.

SECTION 2.

Modern problems of science and production development

- science and innovations in the activities of higher educational institutions, problems of integration of education and science;
- problems of the interaction of education, science and production (business), investment and innovation aspects of the development of science;
- modern factors of industrial transformation in the conditions of globalization and computerization;
- transport, logistics and communications as an important component of economic stability and development in modern conditions;
- promising construction materials and modern materials processing technologies;
- automated management of technological processes in industry and transport;
- informatization and computerization in industry and in the transport industry, software and technical complexes and technologies;
- problems of sustainable development of industry and transport infrastructure in crisis conditions;
- problems of economic theory and current problems of the modern economy in conditions of instability.

Секція 1

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

ГОЛОВА - ЛУЗІК ЕЛЬВІРА ВАСИЛІВНА

докт. пед. наук, професор,
завідувач кафедри педагогіки та психології професійної освіти
Національний авіаційний університет /Україна/

Section 1

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION

CHAIRMAN – ELVIRA LUZIK

Dr. (Pedagogical), Prof.
Head of the Department of Pedagogy and Psychology of Vocational Education
of National Aviation University /Ukraine/

ЗЕЛЕНИЙ ПЕРЕХІД ЯК ПОШТОВХ ДО ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ ТА РЕДИЗАЙНУ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З МЕТАЛУРГІЇ (на прикладі ОПП Металургія бакалаврського рівня)

*Проф., докт. техн. наук, гарант ОПП «Металургія» В.Ф. Балакін,
декан ф-ту¹, канд. техн. наук, проф. Т.С. Хохлова,
зав. каф.², канд. техн. наук, доц., заст. гаранта Ю.О. Ступак*

¹Нікопольський факультет (НФ) УДУНТ

²Кафедра теорії, технології та автоматизації металургійних процесів НФ УДУНТ
Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
Дніпро, Україна

Вступ

У березні 2021 року урядом України було затверджено Національну економічну стратегію на період до 2030 року [1], що ґрунтується на аудиті економіки України (аналіз результатів економічної політики за роки незалежності) та візії розвитку національної економіки із визначенням напрямів і стратегічних цілей [2]. Векторами економічного розвитку для промисловості визначено наступні пріоритети:

- створення стійкого внутрішнього попиту на вітчизняну промислову продукцію;
- забезпечення українського промислового сектору до глобальних ланцюгів вартості, створення умов для розширення експорту промислової продукції;
- посилення конкурентоспроможності виробленої в Україні промислової продукції, впровадження ресурсо- та енергоефективних технологій;
- створення нових виробничих потужностей через стимулювання інноваційної діяльності підприємств у всіх регіонах країни із використання конкурентних переваг кожного з них.

На початку липня 2021 Європейською комісією був представлений пакет законодавчих ініціатив «Fit for 55» щодо реалізації Європейського зеленого курсу і забезпечення скорочення викидів парникових газів в країнах ЄС на 55% до 2030 року від рівня 1990 року. За суттю це набір пропозицій щодо перегляду та оновлення законодавства ЄС і впровадження нових ініціатив з метою забезпечення відповідності політики ЄС кліматичним цілям, погодженим Радою та Європейським парламентом [3, 4].

Наприкінці липня 2021 Кабінетом Міністрів України був схвалений Оновлений національний визначений внесок України до Паризької Угоди (НВВ2), в якому задекларовано національну ціль щодо скорочення викидів парникових газів (ПГ). До 2030 року це скорочення повинно скласти 65% порівняно з 1990 роком [5]. Серед основних заходів були зазначені модернізація енергетичних та промислових підприємств, розвиток відновлюваних джерел енергії, заходи енергоефективності в усіх секторах

економіки від виробництва, транспортування до споживання та інші, що стосуються окремих галузей економіки та сфер життєдіяльності [6].

Зелений перехід і українська металургія

Зазначене є цілком логічним продовженням євроінтеграційного курсу України та підтримки кліматичної політики ЄС. І цілком стосується металургії, як однієї з базових галузей промисловості держави. Але ж скорочення викидів ПГ у металургії не може відбуватися лише за побажанням уряду – потрібні зважені та взаємоузгоджені дії як з боку держави, так і з боку власників підприємств, які б враховували всі аспекти, починаючи від забезпечення сировиною та енергоресурсами і закінчуючи інвестиціями у модернізацію металургійних технологій та обладнання. SWOT-аналіз металургійної галузі України, що наданий в презентації від GMK Center [7], дозволяє більш предметно оцінити ситуацію у вітчизняному ГМК та оцінити можливі ризики, пов'язані зі скороченням викидів ПГ (рис. 1).

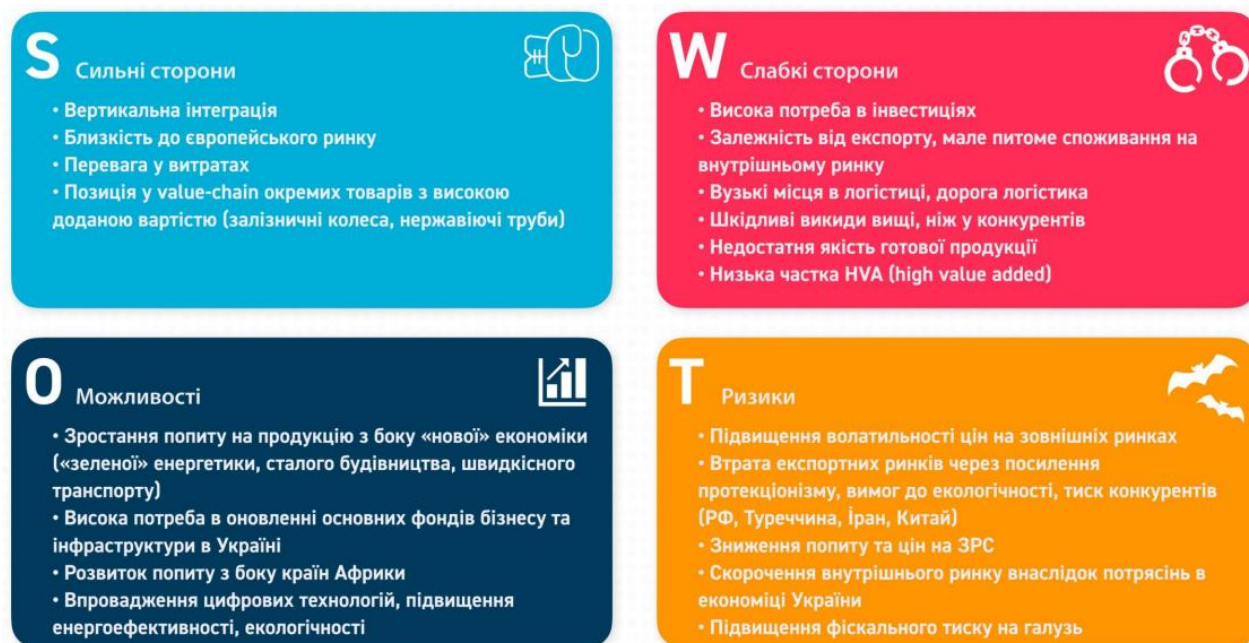


Рис. 1. SWOT-аналіз металургійної галузі України [7]

На думку багатьох експертів, основними перешкодами на шляху «озеленення» гірничо-металургійного комплексу України є доволі висока його залежність від експорту, через що маємо низький рівень HVA¹ та значну частку напівфабрикатів. Так, за даними GMK Center частка високомаржинальної продукції в ГМК у 2019 році становила всього 32% [8]. Не менш важливим є й існуючий рівень технологій, що використовуються та пов'язані з цим викиди ПГ (рис. 2).

¹ HVA – High Value Added (Engl.) - висока додана вартість (продукції)

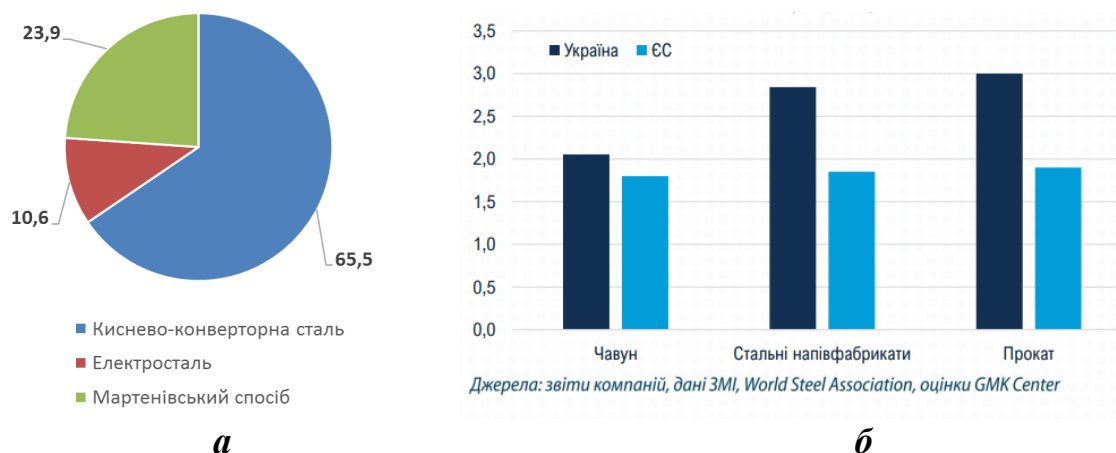


Рис. 2. Розподіл виробництва сталі (% від загального обсягу) за способами (а) та питомі викиди CO₂ на тону продукції (б)²

За оцінками аналітиків, до війни, не зважаючи на постійні обмеження імпорту, частка продажів продукції ГМК України до ЄС складала близько 35%, порівняно з 20%, що припадали на внутрішній ринок [10]. З 2022 року, після початку широкомасштабної агресії, торгова інтеграція України і ЄС значно посилилася, особливо після призупинення в червні 2022 року дії захисних імпорتنих квот та антидемпінгових заходів з боку ЄС для української металургійної продукції. Очевидним є факт, що після початку війни Євросоюз став основним експортним ринком для українських металургійних виробників (рис. 3).



Рис. 3. Географія українського експорту чорних металів:

а - за даними Forbes.ua (2021-2022 рр.) [11]; б - за даними ДП «ДЕРЖЗОВНІШІНФОРМ» (перше півріччя 2023 р.) [12].

Але, як зазначалося вище, європейській інтеграції України в цілому та її металургії зокрема, можуть суттєво перешкоджати кліматичні питання, а саме

² а - за даними World Steel in Figures 2023 [9]; б - за даними GMK Center [7].

– обсяг зобов’язань щодо викидів ПГ, які Україна повинна буде взяти на себе для вступу до ЄС. За великим рахунком від цього буде залежати і майбутнє металургії в Україні. Так, введення механізму платежів за вуглець для імпортерів до ЄС (СВАМ³) може призвести до того, що сегмент чавуну в ЄС, на якому Україна займає близько 50%, може припинити своє існування і бути заміненим гаряче-брикетованим залізом з Близького Сходу, або Росії. В Україні ця продукція поки що не виробляється. Разом з втратою 1,5 млн т постачань чавуну СВАМ може призвести до втрати додатково 1,6 млн т прокату і напівфабрикатів [10]. За підрахунками Європейської Бізнес Асоціації податкове навантаження на українських виробників становитиме понад 1 млрд євро щорічно з урахуванням останніх цін за тону викидів CO₂, які становлять 84 євро, а також імпорту української продукції з країн ЄС. Орієнтовно, експортери металургійної продукції додатково щорічно доплачуватимуть у рамках СВАМ 961,3 млн євро податку на викиди вуглецю [13].

Зазначені вище аспекти «зеленого переходу», до якого де-факто Україна вже приєдналася, подавши 28 лютого 2022 р. заявку на вступ до Євросоюзу⁴, передбачають конкретні кроки з реалізації національної цілі щодо скорочення викидів ПГ, в т.ч. в металургійній галузі. Для металургів це означає, перш за все, технічне переозброєння і прискорений перехід до технологічних ланцюгів виробництва, що мають суттєво менший «вуглецевий слід». Як вже зазначалося, - це не тільки питання відповідності вимогам часу, але й питання існування української металургії як галузі промисловості, для якої на порядку денному все більш актуальним стає гасло «модернізуйся або програй». Модернізація і «озеленення» металургійних технологій потребують колосальних за масштабами інвестицій, на які важко розраховувати в умовах воєнного стану, але цілком можливо під час відновлення.

Маршрути для зеленої металургії – світові тренди

Як зазначають дослідники, зокрема [14], металургійна промисловість є найбільш енергоємним сектором виробництва, споживаючи 5% від загального світового споживання енергії та викидаючи 4–5% від загального світового антропогенного викиду CO₂. Отже, для цієї галузі важливо досягти максимально можливої енергоефективності та компенсувати викиди CO₂. Для визначення шляхів підвищення загальної ефективності металургійного

³ СВАМ – Carbon Border Adjustment Mechanism (Engl.) – механізм регулювання викидів вуглецю на кордоні з ЄС, що покликаний запобігти забрудненню навколишнього середовища вуглецем, шляхом збору з імпортерів ЄС за ввезення товарів з вуглецевим слідом. 17 серпня 2023 р. Єврокомісією було прийнято імплементаційний регламент, яким введено транзитний період впровадження СВАМ (з 01.10.2023 по 31.12.2025 р.) Детальніше наприклад тут: <https://ukraine-oss.com/shho-take-cbam-yak-iz-zhovtnya-2023-vin-pochav-zastosovuvatysya-v-yes-na-perehidnij-stadiyi/>

⁴ - 17 червня 2022 р. Європейська Комісія оприлюднила позитивний відгук щодо заявки України на вступ до ЄС і 23 червня того ж року Європейська Рада ухвалила рішення щодо надання статусу кандидата

виробництва з точки зору сучасних низьковуглецевих технологій зазначені автори акцентують увагу на наступних аспектах:

- використання відпрацьованої теплової енергії, що виділяється з різних джерел під час виробництва чавуну та сталі;
- порівняння можливих маршрутів виробництва чавуну та сталі з метою аналізу споживання енергії та впливу викидів CO₂ з різних джерел виробничих процесів та маршрутів;
- технології уловлювання та зберігання вуглецю (CCS);
- використання води та управління стічними водами;
- аналіз джерел неконтрольованих викидів CO₂.

Аналіз загальних викидів по кожному з металургійних процесів, проведений авторами [15], показав, що глобальне виробництво сталі призвело до викидів ~147 мільярдів тон CO₂ з 1900 по 2015 рік, що становить ~9% глобальних викидів парникових газів за цей період. Найбільший внесок (близько 50%) до загальних викидів, спричинених головним чином використанням вуглецю як палива та як відновника, належить *виробництву чавуну*. Сталеплавильне виробництво сумарно викинуло 33 Гт CO₂-екв, з яких близько половини припадає на *мартенівську піч*. Незважаючи на значно нижчу інтенсивність використання вуглецю, стадія фінішної обробки сталі додала 27 Гт CO₂-екв, головним чином через великі виробничі потоки. В цьому контексті для української металургії очевидно є необхідність припинення виробництва сталі мартенівським способом із заміною його більш сучасними. Як свідчить статистика, в Україні до цього часу цим способом виробляють близько чверті обсягу сталі (табл. 1).

Таблиця 1. Світове виробництво сталі різними маршрутами (процесами) в 10 найбільших країнах-виробниках і в Україні у 2022 році*

Країна	Виплавка сталі, млн. т	В т.ч. за процесами, % від загалу		
		Кисневий конвертер	Електросталь	Мартенівська сталь тощо
Всього в світі	1884,2	71,5	28,2	0,3
Китай	1018,0	90,5	9,5	-
Індія	125,3	45,8	54,2	-
Японія	89,2	73,3	26,7	-
США	80,5	31,0	69,0	-
Росія	71,5	65,0	33,1	1,9
Південна Корея	65,8	68,5	31,5	-
Німеччина	36,8	70,2	29,8	-
Туреччина	35,1	28,5	71,5	-
Бразилія	34,1	75,1	23,8	1,1
Іран	30,6	8,2	91,8	-
...	...	...	...	...
Україна	6,3	65,5	10,6	23,9

* дані World Steel Association (<https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/world-steel-in-figures-2023/>)

Існуючі на сьогодні шляхи отримання сталі, як традиційні, так і альтернативні, що не передбачають використання доменного процесу, показані на рис. 4. Як показала практика, останні два маршрути (DRI/ЕАF та SRI/Converter) є більш прийнятними з точки зору сумарних викидів ПГ, але ж поки що поступаються традиційному (BF/BOF) за економічними показниками.

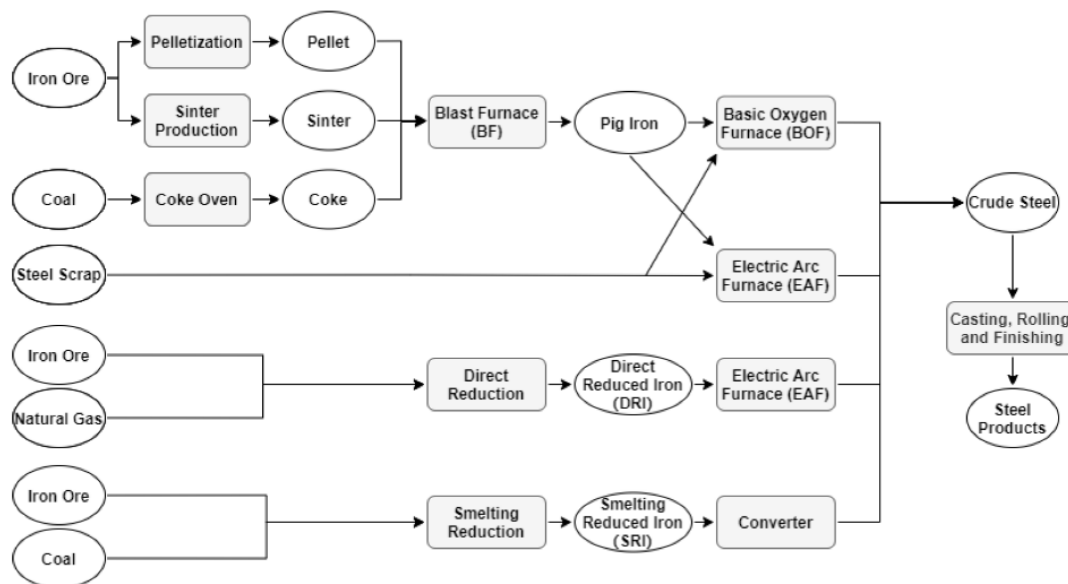


Рис. 4. Технологічні схеми основних маршрутів виробництва чавуну і сталі [16]:

BF / BOF – доменна піч / кисневий конвертер – 71,5% світового виробництва сталі (табл. 1);

Steel Scrap / EAF – сталевий брухт / ДСП – 28,2% світового виробництва сталі ;

DRI / EAF – маршрут «прямого відновлення заліза» – продукт (залізо прямого відновлення) є сировиною для виплавки сталі в ДСП (EAF);

SRI / Converter – процеси «прямого» отримання заліза/чавуну (Hisarna, COREX, FINEX та ін.).

Результати аналізу передових рішень провідних металургійних компаній світу щодо зниження викидів вуглецю в металургії показують, що в найближчі роки будемо спостерігати розвиток і впровадження технологій, що сприяють ефективності використання ресурсів і заохоченню більшого рівня циркулярності матеріалів; впровадження перспективних варіантів переходу до металургії з мінімальними викидами ПГ, таких як CCUS⁵ і перехід на виробництво сталі з використанням водню.

⁵ - CCUS – Carbon Capture, Utilization and Storage (*Engl.*) – передбачає уловлювання CO₂, як правило, з великих точкових джерел, таких як виробництво електроенергії або промислові підприємства, які використовують або викопне паливо, або біомасу як паливо. Якщо вловлений CO₂ не використовується на місці, його стискають і транспортують трубопровідним або іншим видом транспорту для подальшого використання в певних технологіях або вводять (нагнітають під тиском) у глибокі геологічні утворення, такі як виснажені нафтові та газові резервуари або соляні водоносні горизонти.

В якості прикладів можна навести флагманські проекти від ArcelorMittal⁶, такі як XCarb™, Torero (перетворення біомаси на біовугілля для заміни використання вугілля в доменній печі) і Carbalyst (уловлювання багатих вуглецем відпрацьованих газів доменної печі та перетворення їх на біоетанол), інноваційні проекти виробництва DRI та інші [17]. Не менш амбітними є плани іншого потужного гравця на ринку сталі – індійської компанії Tata Steel, яка як і ArcelorMittal, володіє виробничими потужностями в країнах ЄС. Так, у Tata Steel UK реалізуються кілька проектів, спрямованих на скорочення викидів CO₂ у рамках руху до 2050 року з нейтральним викидом сталі, а завод у Нідерландах вже є одним із найбільш ефективних виробників сталі в світі за викидом CO₂ і заявив про свої амбіції скоротити його викиди на 5 мільйонів тон на рік (35-40%) до 2030 року. Для досягнення цього були досліджені різні технологічні варіанти, у тому числі уловлювання та зберігання CO₂, а також водневий шлях для виробництва сталі – Tata Steel Netherlands вже знайшла першого клієнта для своєї зеленої сталі після того, як завод в Еймейдені переходить на виробництво сталі на основі водню [18].

Значних зусиль докладають і провідні металургійні компанії Японії щодо досягнення амбітної цілі – нульових викидів CO₂ в металургії до 2050 року, використовуючи всі можливі засоби, зокрема сприяння різкому зниженню викиду CO₂ від доменних печей завдяки проекту COURSE50 і технологіям ферококсу плюс CCUS, розробці суперінноваційних технологій, таких як розширене використання брухту, використання відпрацьованого тепла, біомаси та багато інших [19].

У грудні 2020 року уряд Південної Кореї оприлюднив свою вуглецево-нейтральну стратегію до 2050 року, вказавши мету щодо скорочення викидів парникових газів на 24,4% до 2030 року нижче рівня 2017 року з викидами 536 мільйонів тон CO₂-екв, а також бачення вуглецевої нейтральності до 2050 [20]. В руслі названої стратегії POSCO Steel Corporation, найбільший виробник сталі в Південній Кореї, обіцяє скоротити викиди CO₂ на 20% у найближчій перспективі до 2030 року, на 50% у середньому до 2040 року, а довгострокова вуглецева нейтральність може бути досягнута до 2050 року. Низьковуглецевий перехід Південної Кореї в основному зосереджується на застосуванні нових технологій, таких як виробництво сталі на основі водневого прямого відновлення та технології CCUS, підвищення енергоефективності, включно з підвищенням технічного рівня та сприянням розумним заводам з використанням технологій Індустрії 4.0, просування циклічної економіки шляхом повторного використання більшої кількості сталевих брухту, збільшення використання палива з низьким вмістом

⁶ - ArcelorMittal – найбільший виробник сталі в Індії та другий у світі. В Україні володіє найбільшим металургійним комбінатом – ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Це підприємство з повним металургійним циклом, яке включає коксохімічне виробництво, гірничодобувне виробництво (відкриті розробки та підземне видобування руди) і металургійне виробництво, у складі якого діють аглодомений, сталеплавильний та прокатний департаменти. Річна виробнича потужність підприємства складає понад 6 млн. тонн сталі та понад 5 млн. тонн прокату.

вуглецю, головним чином заміна викопного палива відновлюваними джерелами та розширення застосування «зеленої» електричної енергії.

У червні 2021 року уряд Німеччини прийняв новий федеральний закон про захист клімату, посилюючи цільове скорочення викидів ПГ до 2030 року з 55% до 65% порівняно з рівнем 1990 року та встановлюючи новий проміжний рівень у 88 % скорочення до 2040 року [21]. Мета німецького уряду – створити до 2050 року сильну, конкурентоспроможну на міжнародному рівні та кліматично нейтральну металургійну промисловість, безумовно нейтральну сталеливарну промисловість і, бажано, безвуглецеву сталеливарну промисловість. Мети досягатимуть впровадженням відповідних технологій, таких як використання водню замість коксу, уловлювання та зберігання вуглецю (CCS, CCUS), виробництво сталі на основі брухту в поєднанні з електродуговою піччю (Scrap/EAF). Маршрут Scrap/EAF забезпечуватиме 30% виробництва сирової сталі в Німеччині, частка якої може бути додатково збільшена, але буде обмежена доступністю сталєвого брухту.

Особливої уваги заслуговує Національна воднева стратегія, що прийнята урядом Німеччини [22]. Згідно з нею «зелений водень», вироблений на основі відновлюваних джерел енергії, може запропонувати можливості для кліматичних дій у енергоємних галузях, в яких немає технологічних альтернатив або більш ефективних рішень для декарбонізації, особливо в металургійній промисловості. В рамках інфраструктурних проєктів H2Giga, H2Mare та TransHyDE уряд Німеччини разом із представниками дослідницької та промислової галузі налагоджує майбутнє енергопостачання Німеччини за допомогою екологічно чистого водню. Водень вже використовується у виробництві сталі в Німеччині, наприклад, у ThyssenKrupp AG, одній з провідних сталеливарних груп Європи [23].

На думку авторів саме використання «зеленого» водню може бути ефективним рішенням для української металургії, де могли б бути втілені відповідні проєкти. Одним з таких проєктів може бути вдування водню в доменну піч, наприклад, - шляхом додавання його до пиловугільного палива (ПВП) на тих підприємствах, де використовується ця технологія [24]. Декілька років тому повідомлялося, що згадана вище металургійна компанія ThyssenKrupp Steel Europe на своєму заводі в Дуйсбурзі розпочала серію випробувань, в яких частину обсягу пиловугільного палива замінюють воднем. Компанія планувала на той час поступово розширити використання водню для всіх 28 фурм однієї з доменних печей, а з 2022 року для трьох інших доменних печей. Після переобладнання доменних печей компанія планує з середини 2020-х років створити великі установки прямого відновлення, які потім будуть працювати на газах, що містять водень. Вироблене в цих установках губчасте залізо буде спочатку розплавлятися в існуючих доменних печах, але в довгостроковій перспективі буде перероблятися в сиру сталь в електродугових печах за допомогою поновлюваних джерел енергії [25, 26].

Іншими проектами з використанням водню, які могли б бути втілені національними металургійними компаніями, є пряме відновлення заліза на основі «зеленого» водню, природного газу – DRI з уловлюванням, утилізацією та/або зберіганням вуглецю (CCUS) і традиційною доменною піччю (BF) або рідкофазним відновленням (SR) з частковою заміною вугілля біомасою та із застосуванням CCUS, прямим електролізом залізної руди та інші (див. рис. 4).

Пряме відновлення (DR) на основі ископного палива (з використанням природного газу або газифікованого вугілля) вже використовується в промисловості, а глобальне виробництво DRI досягло 120 млн т у 2021 році. Але для успішної роботи необхідно подолати не лише технічну складність переходу на екологічно чисте паливо H_2 , але й економічну проблему значного розширення потужностей для переходу на майже нульовий H_2 -DRI-EAF маршрут. Електроліз води для виробництва H_2 потребує величезних обсягів відновлюваної енергії, постачання якої часто є мінливим і періодичним. Крім того, для найбільш поширених у промисловості технологій DR – шахтної печі MIDREX або NYL-Energiron, постачання залізної руди має відповідати суворим вимогам якості вимоги щодо збереження якості сталі та продуктивності виробництва чавуну та сталі [27].

Пропозиції щодо коригування змісту підготовки фахівців

Нікопольський факультет УДУНТ, який представляють автори, з часів його створення (1998 р.) здійснює підготовку бакалаврів з декількох спеціальностей, в т.ч. галузі знань 13-Механічна інженерія спеціальності 136-Металургія. Більшість випускників факультету після закінчення навчання працевлаштовуються на підприємствах міста Нікополь та регіону, що спеціалізуються на виробництві труб та феросплавів. Завдяки постійному зворотному зв'язку з роботодавцями факультет отримує відгуки щодо якості підготовки фахівців та пропозиції щодо вдосконалення змісту навчальних програм. Ці пропозиції факультет намагається враховувати для покращення навчального процесу, в т.ч. шляхом коригування його змісту (введення додаткових фахових та вибіркових компонент ОП, перерозподіл годин на вивчення окремих дисциплін, організація практики на підприємствах тощо) [28].

У 2021 році за безпосередньої участі авторів було розроблено оновлену версію ОПП підготовки бакалаврів з металургії [29]. Програму розробляли з урахуванням введеного в дію у 2018 р. стандарту вищої освіти спеціальності «Металургія» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти [30], а також аналогічних освітніх програм, що були розроблені та акредитовані іншими вишами металургійного профілю. Враховувалися також відповідні рекомендації МОН щодо розробки освітніх програм та загальні рекомендації щодо формулювання компетенцій, надані проектом Тюнінг [31]. Перелік освітніх компонент розробленої ОПП дозволяє сформувати всі компетенції, що передбачені чинним стандартом вищої освіти спеціальності «Металургія»

та досягти відповідних програмних результатів навчання, про що певною мірою можуть свідчити успішні захисти випускних кваліфікаційних робіт бакалаврів у 2022 та 2023 роках, результати останньої акредитації програми (2023 рік) та результати анкетування ключових стейкхолдерів, зокрема – роботодавців (рис. 5).



Рис. 5. Розподіл відповідей на одне з питань анкети «ОП Металургія очима роботодавців» у 2022 році

Як наголошувалося авторами на попередній конференції, одним з головних чинників, що забезпечують конкурентоспроможність факультету (університету) на ринку освітніх послуг, є постійна трансформація змісту підготовки фахівців відповідно до вимог роботодавців [32]. В згаданій ОПП Металургія її розробниками були введені додаткові програмні результати навчання (ПР25...ПР28), які враховують окремі зауваження роботодавців, розглянуті в роботі [28]. Але ні серед них, ні серед програмних результатів навчання, що відповідають окремим фаховим спрямуванням (ПР29...ПР53) немає таких, які б чітко формулювали вміння фахівця з металургії комплексно аналізувати можливості модернізації тих чи інших технологічних процесів з урахуванням вимог зниження викидів ПГ та переходу до сучасних низьковуглецевих технологій, які б забезпечували вимоги національної цілі України щодо скорочення викидів та Європейського зеленого курсу, про які йшлося на початку. На нашу думку це є на сьогодні недоліком, що потребує усунення.

Про важливість підготовки фахівців для забезпечення зеленого переходу наголошують всі авторитетні інституції, починаючи з Європейської комісії [33] і закінчуючи не менш поважними OECD⁷, European Investment Bank, International Labor Organization (ILO) та ін. [34-37]. Серед рекомендацій

⁷ - OECD – Організація економічного співробітництва та розвитку (OECP), (англ. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)) – міжнародна організація, що об'єднує 37 найбільш економічно розвинених країн світу – більшість держав Європейського Союзу, США, Австралія, Швейцарія, Норвегія, Південна Корея, Японія та інші. Штаб-квартира розміщена в Парижі. Україна поки що не є членом цієї організації

названих організацій заслуговує на увагу документ від ІЛО, в якому зокрема йдеться про те, що в багатьох розвинених країнах, які прийняли на себе зобов'язання щодо досягнення кліматичних цілей зі скорочення викидів ПГ, є значний зростаючий попит на навички, необхідні для екологізації економіки. Це у свою чергу спонукає до розробки стратегій розвитку навичок, політики технічної та професійної освіти та навчання. Зазначається, що зараз багато дипломів і сертифікатів включають підвищення обізнаності щодо питань, пов'язаних із стійкістю навколишнього середовища, а деякі пройшли більш просунуту та спеціальну адаптацію до методів, знань і навичок, необхідних для екологічного переходу. 27 країн прийняли правила щодо відновлюваної енергетики та енергоефективності, включаючи правила щодо кваліфікації, сертифікації навичок та/або навчання спеціалістів. Ці правила зазвичай стосуються конкретних професій, таких як енергоаудитори, інспектори, оцінювачі, енергоменеджери, монтажники та оператори обладнання та будівель [36]. В тому ж документі зазначається, що одним із інструментів політики підвищення екологічної обізнаності є включення у системи освіти на всіх рівнях «основних навичок». Тут основні навички – це непрофесійні та нетехнічні компетенції, які необхідні для виконання роботи і які, в контексті зеленого переходу, включають екологічну обізнаність і бажання вивчати все, що пов'язане із скороченням викидів ПГ. Зазначається також, що у багатьох країнах реформи екологічного законодавства, запроваджені з 2010 року, особливо в сферах енергетики, будівництва та поводження з відходами, призвели до встановлення або перегляду стандартів професійної кваліфікації. Підкреслюється, що у довгостроковій перспективі дуже важливим є включення набуття навичок для зеленого переходу до формальної системи освіти з подальшою імплементацією на рівнях ступенів у коледжах, бакалавра, магістра, доктора філософії та аспірантури в університетах.

З урахуванням наведеного вбачається доцільним доповнення ОПП Металургія принаймні одним додатковим програмним результатом навчання у розділі «Додаткові програмні результати навчання, визначені навчальним закладом та роботодавцями» (ПР25...ПР28) такого змісту:

ПР__ Всебічна обізнаність щодо зеленого переходу, засобів скорочення викидів вуглецю та їх впливу на конкурентоспроможність кінцевої продукції (в залежності від профілю виробництва), впливу технологічних факторів виробництва та способів контролю. Всебічна обізнаність щодо діючих екологічних стандартів та сертифікації продукції за національними та міжнародними стандартами в галузі екології виробництва та продукції.

Аналіз загальних та фахових компетенцій ОПП Металургія показав, що наявного переліку цілком достатньо для формального формування запропонованого програмного результату навчання. Але. Щоб його формування було можливим не тільки на папері, важливою умовою є внесення відповідних коригувань до робочих програм навчальних дисциплін (освітніх компонент ОПП), як обов'язкових, так і вибіркових. Ці коригування повинні стосуватися як фундаментальних дисциплін (фізика, хімія, фізична

хімія, електротехніка, теплотехніка), так і інших, що формують ключові фахові компетенції бакалаврів з металургії, в т.ч. компетенції в галузі використання вторинних енергоресурсів, аналізу споживання енергії та впливу викидів CO₂ з різних джерел виробничих процесів та маршрутів, технологій уловлювання та зберігання вуглецю (CCS), використання води та управління стічними водами, виявлення джерел неконтрольованих викидів CO₂ та інших парникових газів. Окрім зазначеного вельми доцільним є додаткове опитування ключових роботодавців – партнерів факультету щодо врахування в ОПП Металургія специфіки тих чи інших підприємств та обраної ними стратегії модернізації виробництва з урахуванням євроінтеграційних процесів та адаптації до вимог ЄС щодо викидів ПГ.

Висновки

ОПП Металургія, що реалізовується Нікопольським факультетом УДУНТ, в цілому задовольняє чинним вимогам і враховує основні побажання (на час її створення) ключових стейкхолдерів, але потребує коригування з метою урахування сучасних тенденцій в світлі євроінтеграційних процесів України та реалізації національної цілі щодо скорочення викидів ПГ, в т.ч. в металургійній галузі. Важливою умовою при цьому є узгодження коригувань ОПП з основними роботодавцями – партнерами факультету щодо врахування специфіки того чи іншого підприємства та обраної ним стратегії модернізації виробництва.

Введення до ОПП додаткового програмного результату навчання потребує внесення відповідних коригувань до робочих програм навчальних дисциплін (освітніх компонент ОПП), як обов'язкових, так і вибіркових.

Посилання

1. Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року. Постанова КМ України від 03.03.2021 р. №179 // Урядовий портал: Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalnoyi-eko-a179> (дата звернення 04.01.2024).
2. Національна економічна стратегія 2030 // Сторінка проекту на платформі Центру економічного відновлення. URL: <https://nes2030.org.ua/#rec246061582> (дата звернення 04.01.2024).
3. The European Green Deal // European Commission official portal. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (дата звернення 04.01.2024).
4. Fit for 55 // European Council official portal. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> (дата звернення 04.01.2024).
5. Уряд схвалив цілі кліматичної політики України до 2030 року // Урядовий портал: Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-shvaliv-cili-klimatichnoyi-politiki-ukrayini-do-2030-roku> (дата звернення 04.01.2024).

6. Аналітичний огляд оновленого національно визначеного внеску України до паризької угоди // Офіційний сайт міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/Analitychnyj-oglyad-NVV-lypen-2021.pdf> (дата звернення 04.01.2024).
7. Металургія України. Візія 2030 // Презентація GMK Center. URL: <https://gmk.center/wp-content/uploads/2020/11/Metallurgiya-Viziya-2030-dlya-CEV.pdf> (дата звернення 04.01.2024).
8. Григоренко Ю. Залізний вектор: металурги мають наростити маржинальність продукції // Сайт GMK Center. 13 листопада 2020 р. URL: <https://gmk.center/ua/posts/zaliznij-vektor-metallurgi-majut-narostiti-marzhinalnist-produkcii/> (дата звернення 04.01.2024).
9. World Steel in Figures 2023 // Сайт World Steel Association. URL: <https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/world-steel-in-figures-2023/> (дата звернення 05.01.2024).
10. Глушенко А. Шляхи євроінтеграції української металургії // Сайт GMK Center. 10 листопада 2023. URL: <https://gmk.center/ua/posts/shlyahi-ievrointegracii-ukrainskoi-metallurgii/> (дата звернення 05.01.2024).
11. Агапова В. Заблокована логістика, світова конкуренція та трикратне падіння експорту. Як війна змінила українську металургію // Журнал Forbes Ukraine. 27 червня 2023 р. URL: <https://forbes.ua/money/eksport-metaloproduksii-vpav-utrichi-shcho-viyna-zminila-v-ukrainskikh-metallurgiv-yaki-davali-osnovnikh-pritok-valyuti-v-krainu-27062023-14446> (дата звернення 05.01.2024).
12. Прогноз виробництва сталі в Україні у 2023 році // Сайт Державного інформаційно-аналітичного центру моніторингу зовнішніх товарних ринків (ДП «ДЕРЖЗОВНІШІНФОРМ»). URL: <https://dzi.gov.ua/press-centre/news/prognoz-vyrobnytstva-stali-v-ukrayini-u-2023-rotsi/> (дата звернення 05.01.2024).
13. Бойко О. Українські експортери сплатять понад 1 млрд євро податку на викиди вуглецю в ЄС у рамках СВМ // Сайт European Business Association. URL: <https://eba.com.ua/en/ponad-1-mlrd-yevro-podatku-na-vuglets-shhoroku-splachuvatymut-ukrayinski-eksportery-v-yes-v-ramkah-svam/> (дата звернення 05.01.2024).
14. M. Abdul Quader, Shamsuddin Ahmed, Raja Ariffin Raja Ghazilla, Shameem Ahmed, Mahidzal Dahari. A comprehensive review on energy efficient CO₂ breakthrough technologies for sustainable green iron and steel manufacturing // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – Vol. 50. – 2015. – P. 594-614. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.026>.
15. Wang, P., Ryberg, M., Yang, Y. et al. Efficiency stagnation in global steel production urges joint supply- and demand-side mitigation efforts. Nat Commun 12, 2066 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22245-6>
16. Lin Y, Yang H, Ma L, Li Z, Ni W. Low-Carbon Development for the Iron and Steel Industry in China and the World: Status Quo, Future Vision, and Key Actions. Sustainability. 2021; 13(22):12548. <https://doi.org/10.3390/su132212548>
17. ArcelorMittal launches XCarb™, signalling its commitment to producing carbon neutral steel // Сайт корпорації ArcelorMittal. URL: <https://corporate.arcelormittal.com/media/press-releases/arcelormittal-launches-xcarb-signalling-its-commitment-to-producing-carbon-neutral-steel#%E3%80%91> (дата звернення 05.01.2024).
18. Forging Sustainable Steel. How Tata Steel became a worldsteel Sustainability Champion // Сайт корпорації Tata Steel. URL: <https://www.tata.com/newsroom/business/tata-steel-sustainable-aalingana> (дата звернення 05.01.2024).
19. Climate Change Policy // The Japan Iron and Steel Federation. URL: <https://www.jisf.or.jp/en/activity/climate/index.html> (дата звернення 06.01.2024).

20. 2050 carbon neutral strategy of the Republic of Korea // В матеріалах COP 28 - UN Climate Change Conference. URL: <https://unfccc.int/> (дата звернення 20.12.2023).
21. Climate Change Act 2021. Intergenerational contract for the climate // Die Bundesregierung. URL: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/climate-change-act-2021-1936846> (дата звернення 05.01.2024).
22. National Hydrogen Strategy Update. NHS 2023. – Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK), 2023. – 34 p.
23. Green hydrogen and its derivatives // Сайт Thyssenkrupp AG. URL: <https://www.thyssenkrupp.com/en/stories/sustainability-and-climate-protection/green-hydrogen-and-its-derivatives> (дата звернення 07.01.2024).
24. Андрух Є.О., Ступак Ю.О. Про перспективи використання водню як заміни палива та відновлювачів в чорній металургії / В мат-лах II Всеукр. конф. молодих вчених "Молодь і наука. Практика інноваційного пошуку" (17 грудня 2020, м. Дніпро, Україна). – Дніпро: Дике поле, 2020. – С. 7-11.
25. ThyssenKrupp почав використовувати водень у виробництві сталі // Сайт новин електроенергетики ELEKTROVESTI.NET. Дата публікації 13.11.2019. <https://elektrovesti.net/68338-thyssenkrupp-nachal-ispolzovat-vodorod-v-proizvodstve-stali> (дата звернення 07.01.2024).
26. Another nail in coal's coffin? German steel furnace runs on renewable hydrogen in world first. Портал RENEW ECONOMY. Дата публікації 13.11.2019. <https://reneweconomy.com.au/another-nail-in-coals-coffin-german-steel-furnace-runs-on-renewable-hydrogen-in-world-first-55906/> (дата звернення 07.01.2024).
27. Devlin, A., Kossen, J., Goldie-Jones, H. et al. Global green hydrogen-based steel opportunities surrounding high quality renewable energy and iron ore deposits. *Nat Commun* **14**, 2578 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38123-2>.
28. 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. <https://doi.org/10.15330/obrii.50.1.190-200>.
29. Освітньо-професійна програма «Металургія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 136 Металургія: Веб-сторінка Нікопольського факультету УДУНТ. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2062/p4331> (дата звернення 07.01.2024).
30. Стандарт вищої освіти України для першого (бакалаврського) рівня для галузі знань 13-Механічна інженерія спеціальності 136-Металургія. Наказ Міністерства освіти і науки України від 04.10.2018 №1072. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/136-Metalurhiya-bakalavr.pdf> (дата звернення 07.01.2024).
31. Хохлова Т.С., Ступак Ю.О., Соловйова І.А. та ін. Щодо участі роботодавців у вдосконаленні змісту підготовки фахівців в університетах / IV Міжнар. конф. "Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід" (6 – 8 грудня, 2021, Гельсінкі, Фінляндія). – Дніпро-Гельсінкі, 2021. –С. 103-106.
32. Балакін В.Ф., Хохлова Т.С., Ступак Ю.О. та ін. Трансформація змісту підготовки фахівців відповідно до запитів роботодавців як необхідна умова конкурентоспроможності сучасного університету / V Міжнар. конф. "Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід" (29 листопада, 2022, Дніпро, Україна). Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, 2022. –С. 15-17.
33. Persistent lack of skilled workers could threaten EU clean energy transition // European Commission official portal. European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency. URL: https://cinea.ec.europa.eu/news-events/news/persistent-lack-skilled-workers-could-threaten-eu-clean-energy-transition-2023-12-06_en (дата звернення 08.01.2024).

34. Assessing and Anticipating Skills for the Green Transition: Unlocking Talent for a Sustainable Future. 1. Overview: Guidelines to assess and anticipate skills for the green transition // OECDiLibrary. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/374106af-en/index.html?itemId=/content/component/374106af-en> (дата звернення 08.01.2024).
35. Skills shortage is delaying the green transition, EIB Municipality Survey shows // European Investment Bank. URL: <https://www.eib.org/en/press/all/2023-255-eib-unveils-2022-municipality-survey-findings-skills-shortage-is-delaying-the-green-transition> (дата звернення 08.01.2024).
36. Greening with jobs. World Employment and Social Outlook 2018. Chapter Five. Skills for the green transition // URL: <https://www.ilo.org/weso-greening/#Chapter-5> (дата звернення 08.01.2024).
37. The Green Transition Needs More Skilled Workers. Here's How Europe Could Use Migration to Meet the Demand // Center for Global Development. URL: <https://www.cgdev.org/blog/green-transition-needs-more-skilled-workers-heres-how-europe-could-use-migration-meet-demand> (дата звернення 08.01.2024).

ТРОЛІНГ ЯК ФОРМА СОЦІАЛЬНОЇ ПРОВОКАЦІЇ: ВПЛИВ, МОТИВАЦІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ В ІНТЕРНЕТ-СЕРЕДОВИЩІ

Здобувач освіти О.В. Бондар, викладач I категорії Г.В. Хоменко

Відокремлений структурний підрозділ

*«Конопотський індустріально-педагогічний фаховий коледж Сум ДУ»
м. Конопот, Україна*

В умовах інформаційної війни, напівправди та маніпуляцій важливо розумітися всі небезпеки та ризики, що несе у собі спілкування у соціальних мережах та вміти себе захистити від них. Тролінг, як форма соціальної провокації, набуває все більшого значення в онлайн-середовищі, є важливим аспектом цифрової культури.

Тролінг, у контексті інтернет-культури, означає створення та розповсюдження провокаційних чи дратівливих повідомлень з метою викликати реакцію у інших користувачів. Його еволюція обумовлена розвитком соціальних мереж, форумів та інших онлайн-платформ, що дозволяють троллям швидше та ефективніше впливати на спільноту. Троль – це людина, яка створює і розміщує замовні фейки або провокаційні повідомлення в Інтернеті з метою дезінформації чи маніпулювання аудиторією, а також може перешкоджати обговоренню невігідних для нього тем або ображати учасників дискусії [4, с.42]. У свою чергу, тролінг може приймати різні форми, від гумористичних коментарів та жартів до агресивних або провокаційних висловлювань, залежно від завдання, яке отримує троль.

Основною метою діяльності тролля є розповсюдження потрібної інформації та привернення до неї як найбільшої уваги, а отже, тролінг має значний вплив на групову динаміку в інтернет-спільнотах. Здатність тролів викликати реакції може призводити до полемік, конфліктів та поділу в

спільноті. Це може впливати на сприйняття інформації, довіру та загальний клімат обговорень в онлайн-середовищі.

Детальний аналіз різних форм тролінгу, його еволюції та впливу на групову динаміку дозволить отримати глибше розуміння цього соціального явища та розробити стратегії протидії йому в Інтернеті.

Мотивація тролів визначається різними психологічними аспектами. Деякі тролі можуть використовувати тролінг як спосіб виявлення свого гумору чи самовираження, в той час як інші можуть шукати влади чи контролю над дискусією через провокаційні висловлювання. Розуміння цих психологічних аспектів допомагає розібратися в ідентифікації мотиваційних факторів за створенням трольських повідомлень.

«Тролів можна умовно поділити на дві групи: тролі-провокатори та тролі-егоцентристи, – вважає С. Могилко, проте дуже важко відстежити чіткі межі між свідомою, навмисною маніпуляцією та випадковою і не свідомою» [3, с. 58-59].

Тролінг часто може мати соціально-політичні мотиви, включаючи підтримку чи протест відносно певних ідей, партій або суспільних явищ. Така мотивація може впливати на характер інтернет-дискусій та формування публічної думки. Як правило, таким троям платять за розміщення потрібних матеріалів чи картинок, а також за створення ажіотажу навколо них.

Деякі тролі використовують тролінг як спосіб привернути увагу до своєї особистості або ідеї. Їхня мета може бути зосереджена на збільшенні власної популярності в Інтернеті або вираженні власних поглядів через провокаційні висловлювання. Саме тому, чим більша та емоційніша реакція користувачів у соціальних мережах, тим вірогідніший подальший тролінг ініціатора, оскільки це є прямим підтвердженням його ефективної роботи.

Аналіз мотивації тролів розширює наше розуміння причин, чому користувачі обирають цей спосіб взаємодії в інтернеті, що важливо для розробки ефективних стратегій протидії та управління тролінгом.

Реакція інтернет-спільнот на тролінг може бути різноманітною, включаючи обурення, ігнорування чи спроби контртролінгу. Важливо вивчати ці реакції, оскільки вони визначають вплив тролінгу на групову динаміку та клімат в інтернет-спільнотах.

Тролінг може впливати на формування онлайн-культури, змінюючи сприйняття норм та цінностей в інтернет-спільнотах. Вивчення цієї динаміки допомагає розуміти, як тролі можуть впливати на культурний ландшафт Інтернету. Тролінг є одним з елементів інформаційних операцій, задачею яких є пряма чи опосередкована маніпуляція масовою свідомістю. Протидія таки інформаційним операціям є складною, оскільки «пов'язана із двома групами факторів: – суб'єктивними, пов'язаними зі свідомою, цілеспрямованою діяльністю людей, які беруть участь в інформаційних операціях; – об'єктивними, пов'язаними з тим, що в соціальній системі, яка складається з великої кількості елементів, діють «системні ефекти», статистичні закономірності» [1, с. 9].

Відкритість, загальнодоступність та всеохопність мережі є її сильною і, водночас, слабкою стороною. Розробники та адміністратори соціальних мереж постійно вдосконалюють систему захисту та правила користування. Так, наприклад, коли під постом у Facebook виникає занадто активне обговорення, а коментарі з'являються надміру швидко або вони однотипні, мережа вводить тимчасові чи постійні обмеження акаунтів, з яких ведуться сумнівні дії.

Тролінг може відігравати значну роль у формуванні дискусій та публічної думки. Відкриті дебати та полеміки, породжені тролінгом, можуть впливати на сприйняття інформації та формування громадської думки. Їх методи постійно вдосконалюються, збагачуються знаннями людської психології, тому і протидія такій діяльності, особливо в умовах інформаційної війни, є одним із завдань національного характеру.

Детальне вивчення впливу тролінгу на інтернет-спільноти розкриває важливі аспекти взаємодії між користувачами, а також можливі наслідки для формування публічної думки та обговорення актуальних тем в Інтернеті. Тролінг є засобом політичної маніпуляції, що у своєму арсеналі має «мейнстрімні тролфейси та Інтернет-меми (безглузді словосполучення чи інформація, які користуються популярністю в мережі), що використовують у своїх образах найчастіше політиків» [2, с. 80]. Такі повідомлення завжди носять провокаційний характер і направлені на викривлення образу політика чи діяча. Тролінг може порушувати довіру спільноти до інформації в Інтернеті, ставлячи під сумнів автентичність та об'єктивність контенту. Вивчення цього впливу є важливим для розробки стратегій відновлення довіри та підтримки інформаційної достовірності в онлайн-середовищі.

На сьогодні не має серйозного покарання за тролінг, та й спіймати «злочинця» вкрай важко, тому і зростають вимоги до власної медіаграмотності. Дієвими способами боротьби з тролінгом є або його повне ігнорування, або вироблення і дотримання чітких правил поведінки в соціальних мережах.

Отже, дослідження тролінгу як форми соціальної провокації дозволяє краще розуміти його механізми та вплив на інтернет-спільноти. Тролі є активними учасниками соціальних мереж. Можна виділити їх кілька видів. Вони є важливою складовою інформаційної війни, дієвим способом маніпуляцій. Робота тролів, зазвичай передбачає матеріальну вигоду від замовника. Розробка стратегій протидії та усвідомлення соціокультурних наслідків тролінгу є важливими кроками у забезпеченні здорового та конструктивного онлайн-середовища, а боротися з цим явищем треба не лише на особистому, але й на загальнодержавному рівні.

Посилання

1. Горбулін В. П. Інформаційні операції та безпека суспільства: загрози, протидія, моделювання: монографія / В. П. Горбулін, О. Г. Додонов, Д. В. Ланде. Київ: Інтертехнологія, 2009. 164 с.

2. Кокарча Ю. А. Тролінг як засіб політичної маніпуляції в інтернет-просторі // Науковий часопис НПУ імені Михайла Драгоманова. Серія 22: Політичні науки та методика викладання соціально-політичних дисциплін. Київ, 2016. Вип. 20. С. 77-82.
3. Могилко С. В. Тролінг як спосіб психологічної маніпуляції в Інтернеті // Вісник Черкаського університету. Серія Філологічні науки. Черкаси: Видавництво ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2008. С. 57-60.
4. Мудра І. М. Поняття «тролінг» і його види в соціальних мережах. URL: <https://seanewdim.com/wp-content/uploads/2021/03/The-term-trolling-and-his-views-on-social-networks-I.-M.-Mudra.pdf> (дата звернення: 11.01.2024).

ІНШОМОВНА ОСВІТА В КОНТЕКСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ГРАФІЧНИХ ДИЗАЙНЕРІВ

Доцент, канд. пед. наук С.В. Борисова
ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»,
м. Полтава, Україна

Спілкування іноземними мовами, особливо англійською, (письмове і усне) на сьогодні вбачається невід'ємною вимогою як сучасного європейського ринку праці, так і в достатній мірі – українського. Підтвердження того, що англійська мова як мова міжнародного спілкування є затребуваною для фахівців різних сфер: економіки, освіти, науки, управління, можна отримати, аналізуючи вимоги при працевлаштуванні для окремих галузей у нашій країні (зокрема, для спеціалістів сфери ІТ-технологій, графічного дизайну), для держслужбовців певних рівнів тощо.

Крім того, підтримка статусу і застосування англійської мови в Україні як однієї з мов міжнародного спілкування просувається на найвищому рівні: 22 листопада 2023 року Верховна Рада України прийняла за основу законопроект № 9432 «Про застосування англійської мови в Україні», яким передбачається як закріплення статусу англійської, так і унормовуються особливості застосування англійської мови в роботі органів державної влади [1].

Зважаючи на окреслені тенденції, можна відзначити тиск на систему освіти, яка, як очікується, має забезпечувати підготовку фахівців, здатних ефективно спілкуватися іноземною мовою (переважно і як мінімум англійською) у професійному середовищі, не зважаючи на сучасні суспільні виклики [2]. Це означає, з огляду на сферу графічного дизайну як основну в нашому дослідженні, що знання загальної англійської мови є обов'язковим для студентів, які мають відповідати очікуванням потенційних роботодавців, сформованим критеріям відбору на ринку праці глобального графічного дизайну.

Так, на основі проведеного нами контент-аналізу описових характеристик в оголошеннях праці щодо вакансій графічних дизайнерів [3] можемо відзначити, що бажаний українськими роботодавцями рівень володіння англійською мовою графічними дизайнерами має становити B1 згідно «Common European Framework of Reference for Languages» (Європейської мовної системи щодо рівня володіння іноземною мовою) [4], а польськими – B2. Агенції, що реалізують велику кількість проєктів в зазначеній сфері, неохоче інвестують у випускників, тому майбутнім графічним дизайнерам необхідно бути готовими до конкуренції за робочі місця, в якій знання іноземної мови або відповідає вимогам, або є перевагою при працевлаштуванні.

Графічний дизайн можна охарактеризувати як креативний процес, що поєднує візуалізацію (із застосуванням кольору, композиції, зображень, руху, типографії) і технології для передачі, реалізації ідей: графічний дизайнер розробляє концепції, призначені для певної цільової аудиторії, вручну або за допомогою цифрових засобів ефективним, інформативним і комунікативним способом. Відповідно, вимоги професійної галузі, які передбачають володіння англійською мовою на достатньому рівні, стосуються:

застосування *професійної лексики* всередині глобальної професійної спільноти [5; 6], яка не обмежена рамками однієї держави, а має міжнародний характер;

навичок проєктування об'єктів графічного дизайну в англomовному середовищі *цифрових технологій*;

командної, *міжособистісної комунікації* всередині проєктних груп при роботі над спільними дизайн-проєктами;

випадків, які передбачають безпосереднє усне і / або письмове *спілкування графічних дизайнерів із клієнтами*, які не володіють українською мовою; в подальшому це надає більше можливостей кар'єрного росту в компаніях, що мають глобальний характер маркетингу.

Отже, до основних причин, що спонукають до оволодіння англійською мовою при вивченні графічного дизайну як професійної діяльності, віднесемо:

більшість сучасних, актуальних *підручників, навчальних посібників* з графічного дизайну видаються перед усім англійською мовою; тобто здобувачам вищої освіти для поглиблення знань у професійній галузі необхідно на регулярній основі читати англomовну спеціалізовану літературу [7], так само як інтерфейс ключових програмних продуктів, що забезпечують діяльність графічних дизайнерів, передусім розробляється англійською мовою;

у світі графічного дизайну *спілкування* є необхідні для успішного просування проєктів серед міжнародних партнерів, клієнтів [8]; графічні дизайнери у міжнародних проєктах також часто співпрацюють з іншими дизайнерами, мультимедійними аніматорами, програмістами, арт-директорами, веб-дизайнерами, представниками сфер реклами, зв'язків з громадськістю та маркетингу, що потребує навичок іншомовної комунікації.

Як наслідок – графічні дизайни зі сформованими навичками спілкування іноземною мовою, презентації напрацювань, спроможні легше реалізувати свої ідеї та досягти бажаної мети проєкту;

проведення досліджень у професійній сфері неможливе без знання англійської мови: пошук і аналіз відомостей в Інтернеті, джерел інформації, результатів проведених досліджень, статей у профільних журналах потребує володіння англійською мовою, адже наукові відкриття, актуальні розробки сфери сучасних технологій і дизайну здебільшого публікуються англійською мовою;

розвиток дизайнерського мислення, *visual experience* так само вимагає пошуків ідей у англійськомовному віртуальному просторі, аналізу інших видів мистецтва та дизайну;

просування графічного дизайнера як *фахівця* пов'язано із формуванням портфоліо своїх робіт [9]; вибір англійськомовної платформи для оформлення портфоліо, подання напрацьованих кейсів англійською мовою, коментування інших проєктів з метою формування мережі зв'язків у професійному середовищі сприяють професійному зростанню, конкурентоспроможності фахівця на глобальному ринку графічного дизайну.

Висновки

1. Англійська мова є визнаною міжнародною мовою для просування результатів проєктної діяльності у графічному дизайні.
2. Володіння англійською мовою надає конкурентних переваг пошукачам праці на глобальному ринку праці графічного дизайну.
3. Достатній рівень володіння англійською мовою необхідний для збереження актуального рівня знайомості з провідними тенденціями у сфері графічного дизайну, сучасними технологіями проєктування, професійного спілкування, професійного вдосконалення і кар'єрного просування.

Посилання

1. Проект Закону про застосування англійської мови в Україні. Верховна Рада України. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/42201>.
2. Westerlund R., Chugai O., Petrenko S., Zuyenok I. Teaching and learning English at higher educational institutions in Ukraine through pandemics and wartime. *Advanced Education*. 2023. № 22. С. 12-26. DOI: 10.20535/2410-8286.283353.
3. Борисова С. Модифікація контент-аналізу оголошень праці як засобу врахування вимог стейкхолдерів-роботодавців при оновленні змісту професійної підготовки майбутніх графічних дизайнерів. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького*. Серія: «Педагогічні науки». 2023. № 4. С. 51–60. DOI : 10.31651/2524-2660-2023-4-51-60.
4. *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment*. Cambridge University Press, 2001. 265 с.

5. Marcu N. A. Designing Functional ESP (English for Specific Purposes) Courses. *Procedia Manufacturing*. 2020. № 46. С. 308-312. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.03.045.
6. Torres R. M. English for Interior Designers. Grupo Compás, 2018. 66 с.
7. Добровольська Н. Л. Формування в майбутніх фахівців з інформаційних технологій англomовної компетентності в читанні та говорінні : дис. ... д-ра філ. : 011 Освітні, педагогічні науки / Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2021. 290 с.
8. Nishanti R. The Importance of Learning English. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*. 2018. № 3 (1). С. 1-5. URL : https://www.researchgate.net/publication/329505353_Important_of_learning_English_in_today_world.
9. Англійська для дизайнерів – навіщо вона потрібна і як її краще вивчати. 2023. *Enguide*. <https://enguide.ua/magazine/angliyskiy-dlya-dizaynerov-zachem-on-im-nuzhen-i-kak-ego-luchshe-uchit>.

ПІДТРИМКА АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Доц., канд. ф.-м. наук Т.М. Бусарова,
доц., канд. техн. наук Т.С. Гришечкіна

**Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна**

Останні роки принесли багато випробувань для сфери освіти. Пандемія ковіду перевела у майже у всьому світі навчання з очного на дистанційне. І хоча пандемію офіційно визнали завершеною, є багато факторів і зараз, які затримують повноцінне відновлення очного формату навчання.

В нашій країні затвердились та широко вживані як змішана форма навчання для середньої освіти, так і поєднання змішаної і дистанційної форм – для вищої освіти.

В сучасних реаліях зв'язок між викладачем та студентом значно зменшився. Комунікації перейшли у цифровий простір, діалог у більшості спілкувань прийняв форму стислих повідомлень у месенджерах. Студент, відчуючи брак зворотного зв'язку, шукає шляхи самостійних вирішень своїх завдань. Викладач, відчуючи брак зворотного зв'язку, шукає підтверджень при перевірці робіт студентів самостійності їх виконання.

На допомогу у вирішенні цих проблем приходить академічна доброчесність. У законі «Про освіту» надано наступне визначення [1]: Академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під

час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Академічну доброчесність можна умовно розділити на дві категорії: академічна доброчесність педагогічних, науково-педагогічних та наукових працівників та академічна доброчесність здобувачів освіти. Ясно, що ці категорії тісно пов'язані одна з одною. В даних тезах зосередимось на способах підтримки академічної доброчесності саме у здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання.

Усіх студентів можна умовно розділити на три категорії.

Перша категорія: студенти, які завжди підключаються до zoom-конференцій, приймають активну участь у навчальному процесі (відповідають на запитання викладача, виконують домашні завдання, тощо).

Друга категорія: студенти, які достатньо часто підключаються до zoom-конференцій, але неактивні в навчальному процесі. Спілкування з викладачем у таких студентів значно нижче, але все одно воно є.

Третя категорія: студенти, які дуже рідко підключаються до zoom-конференцій, або зовсім не підключаються, тобто їх спілкування з викладачем відсутнє.

Підтримка академічної доброчесності у здобувачів освіти полягає у першу чергу в перевірці та дотриманні принципів академічної доброчесності.

Студенти першої категорії її автоматично проходять. Із студентами другої категорії дещо складніше. В цьому випадку викладач повинен зрозуміти, чи студент із цієї категорії не хоче приймати активну участь у навчальному процесі, або він не впевнений в своїх знаннях, або взагалі його підготовка не дає змоги відповідати на запитання. Мета викладача – активізувати роботу таких студентів. І через деякий час друга категорія студентів розділяється на дві частини: одна активізується і переходить у першу категорію, а друга – у третю категорію. І вже третю категорію потрібно перевіряти на академічну доброчесність. Давати допуск таким студентам до дистанційної здачі контрольних заходів не можна. Викладач навіть приблизно не знає рівень підготовки таких студентів. В інтернеті можна знайти велику кількість «пропозицій» щодо допомоги в здачі контрольних заходів. І за статистикою 70-80% студентів здають ідеально, тобто 80-100 балів. Може таке бути з точки зору академічної доброчесності? Може, але в одиничних рідких випадках. Тому, обов'язково допуском до контрольного заходу може бути виконання деякого індивідуального завдання і, головне, – захист в zoom-конференції за умови працюючих мікрофона і камери. Крім того, викладач повинен мати доступ до фото студента для його ідентифікації. Якщо викладання дисципліни з першого курсу ведеться дистанційно, потрібно бути впевненим, що перевіряються знання саме студента, а не його «двійника».

Методика перевірки знань може бути різною. Наприклад, задається деякий перелік прикладів (вже розв'язаних), в яких студент повинен розібратись, а потім в zoom-конференції йому пропонують розв'язати подібні.

Можна взагалі спочатку дати допуск до контрольного заходу, а вже потім провести перевірку знань студента.

Обидва варіанти мають право на існування і вони не єдині, але головне – в певній мірі змушують студента дотримуватись академічної доброчесності.

Посилання

1. Про освіту. Закону України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення 10.12.2023)

ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПТНЗ ІІІ РІВНЯ АКРЕДИТАЦІЇ

*Спеціаліст вищої категорії, старший викладач О.В. Грицай
Державний професійно-технічний навчальний заклад
«Сумський центр професійно-технічної освіти»
м. Суми, Україна*

Актуальність теми. Завдяки стрімкому розвитку інформаційних технологій за останні роки стала актуальною проблема модернізації сучасної системи освіти. Суть цієї модернізації найбільше відобразилася в концепції дистанційної освіти (ДО). Завдяки такому глобальному явищу як Інтернет, ДО поступово охоплює всі шари суспільства та стає одним із найважливіших факторів його розвитку.

Сучасна дистанційна освіта являє собою досить розгалужену систему передачі знань на відстані за допомогою різних засобів і технологій, результатом якої є отримання здобувачами освіти необхідної інформації для успішного використання її в практичній діяльності [1].

Однією з важливих тенденцій розвитку освіти є пошук інноваційних методів контролю знань, які відповідають вимогам об'єктивності, надійності, технологічності при невеликих витратах.

Тест — це науково обґрунтований інструмент оцінювання набутих знань, навичок і умінь учасників освітнього процесу, специфічна форма системи завдань відповідного змісту, за допомогою якої можна здійснювати індивідуальний контроль результатів навчання кожного здобувача освіти, а також мобільно керувати навчально-виховним процесом. Нерідко в порівнянні з традиційними формами контролю знань, такими як контрольні роботи, тематичні оцінювання, самостійні роботи, тести виявляються більш ефективними.

Використання тестів для перевірки знань дає змогу ефективно спланувати навчальний час, ставить перед здобувачами освіти однакові вимоги і цим усуває суб'єктивність в оцінюванні. Ще один важливий позитивний момент тестування — зменшення хвилювання учасників освітнього процесу, адже спілкування з викладачем відбувається опосередковано. Об'єктивність оцінювання знань учасників освітнього процесу спонукає його до самоконтролю та самовдосконалення. За допомогою тестування викладач може забезпечити систематичність контролю засвоєння матеріалу.

Як показує аналіз наукових робіт, найважливішим аспектом будь-якої освітньої діяльності є система контролю якості знань [2]. Широке використання навчальними закладами засобів нових інформаційних технологій навчання створило передумови до застосування систем комп'ютерного тестування для контролю якості знань здобувачів освіти на всіх етапах навчального процесу. Очевидно, що такі системи актуальні не тільки для визначення рівня підготовки, але й для моніторингу навчального процесу, організації адаптивного навчання, дистанційної освіти.

Мета статті. Метою дослідження є розробка та впровадження у роботу ПТНЗ III рівня акредитації методичної системи контролю якості навчальних досягнень здобувачів освіти засобами нових інформаційних технологій дистанційного навчання.

Основний виклад. Системи комп'ютерного контролю знань — це програмні системи (системи тестування), що дозволяють проводити аналіз знань учасників освітнього процесу за допомогою сучасних інформаційних технологій.

Очевидним фактом є те, що тести дозволяють одержати об'єктивні оцінки рівня знань, умінь, навичок і уявлень, виявити прогалини в підготовці. Безумовно, найбільш раціональними шляхами, що забезпечують економію часу є інтенсифікація навчального процесу, зміна загальної організації навчання і перехід від групових форм занять і контролю знань до індивідуальних, автоматизованих.

Одна з переваг автоматизованих систем контролю знань у тому, що вони можуть використовувати складні методики подання завдань здобувачів освіти, які називають стратегіями тестування. На теперішній день у світі існує велика кількість систем комп'ютерного тестування. Найбільш ефективно та зручно комп'ютерне тестування реалізоване в середовищах дистанційного навчання.

Дистанційна освіта (дистанційне навчання) — це така форма організації навчального процесу та педагогічна технологія, основою якої є керована самостійна робота здобувачів освітнім та широке застосування у навчанні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Дистанційне навчання відрізняється від інших форм навчання високою інтерактивністю та системою управління пізнавальною діяльністю учасників освітнього процесу, передбачає диференціацію та індивідуалізацію навчання. У процесі ДО відбувається поєднання компетентності викладача, інформаційних технологій та мобільності з бажанням і цілеспрямованістю здобувача освіти. Тому

основною метою дистанційної освіти є навчання і виховання особистості, яка має бажання і здатність до спілкування, навчання та самоосвіти.

ДО — це відкрита система навчання, що передбачає активне спілкування між здобувачами освіти і викладачем за допомогою сучасних технологій та мультимедіа [3].

Особливості дистанційного навчання:

- поділ викладача та учасників освітнього процесу в часі або просторі, або ж і в часі, і в просторі одночасно;

- використання значної кількості технічних засобів, що об'єднує викладачів та здобувача освіти і забезпечує донесення змісту навчального курсу до користувача;

- використання специфічних навчальних програм та матеріалів;

- двостороння комунікація, що уможливорює взаємодію учасника освітнього процесу і персональних викладачів і відрізняється від пасивного сприйняття трансльованої через мережі оповіщення інформації.

Розробка та впровадження системи ДО — один з провідних напрямів діяльності закладів професійно (професійно-технічної) освіти. Стрімкий розвиток Інтернет-технологій доводить перспективність і необхідність дистанційного навчання здобувачів освіти. Використання системи ДО, що включає систематизований матеріал у межах програми навчальної дисципліни, дозволяє охопити всі види навчальної діяльності. Комплекс дистанційного навчання здатний представити віртуальну лабораторію, здійснити моніторинг рішення задачі, провести контроль знань.

Проте у багатьох учасників освітнього процесу відсутня психологічна готовність до навчання у нових умовах, не сформовані уміння і навички самостійної роботи. Значна частина здобувачі освіти вважає, що наявне навчально-методичне забезпечення не завжди є ефективним для самостійного вивчення матеріалу, тому необхідний постійний обмін інформації з викладачем. Тобто, діяльність викладача (тьютора) у процесі дистанційного навчання хоч і зазнає певних змін, але залишається такою ж важливою.

Завданнями викладача при дистанційній формі навчання є:

- 1) підготовка дистанційних занять на основі вже наявних чи оригінальних авторських розробок;

- 2) керування навчально-пізнавальною діяльністю здобувачів освіти (пряме у режимі «on-line» та «offline» з використанням електронної пошти і опосередковане, що закладене у логічну структуру побудови навчального матеріалу курсу);

- 3) контроль знань, умінь і навичок учасників освітнього процесу (з використанням тестових завдань);

- 4) налагодження позитивної співпраці зі здобувачами освіти (ефективне і постійне спілкування).

Використання системного підходу до розробки систем ДО дозволяє зробити серйозний крок на шляху переходу від пізнавальної до прагматичної моделі освіти, сприяє рішенню проблем створення систем дистанційної освіти

нового покоління, що дають можливість збільшити кількість користувачів, підвищити наочність представлення матеріалу, використовувати електронний матеріал тривалий час, звести до мінімуму витрати на пошук і підбір літератури, здійснювати контроль отриманих знань тощо.

Висновок. Впровадження дистанційних технологій у навчальний процес спрямоване на глибше розуміння навчального матеріалу; формування таких компетенцій як: комунікативні (безпосереднє спілкування і за допомогою засобів мережі), інформаційні (пошук інформації з різних джерел та можливість її критичного осмислення), самоосвіти (вміння навчатись самостійно). Як показує практика, якщо здобувачі освіти не навчаться самостійно приймати рішення, визначати зміст своєї навчальної діяльності та знаходити засоби її реалізації, він не зможе якісно опанувати тією чи іншою дисципліною. Окрім того, дистанційне навчання виконує й виховну функцію – сприяє формуванню провідних якостей особистості: активність, самостійність, самовдосконалення, творчість.

Комп'ютерне тестування — засіб, який дозволяє викладачу з мінімальними затратами часу об'єктивно оцінити знання багатьох учасників освітнього процесу.

На основі аналізу результатів упровадження розглянутої системи контролю знань можна відзначити такі переваги використання засобів дистанційного навчання:

1. Здобувачі освіти сприймають комп'ютерні тести позитивно. Добре спланована система тестування є гарним стимулом, який спонукає учасників освітнього процесу до систематичної роботи протягом семестру.

2. Оптимізація робочого часу викладача за рахунок автоматичної перевірки результатів, усунення впливу людського фактора.

3. Здобувачі освіти та їх батьки можуть у будь-який момент отримати повну та прозору інформацію про результати контролю та оцінювання знань.

4. Можливість аналізу проведених тестів з метою корекції методики викладання та заміни неякісно складених запитань.

У підсумку відзначимо, що у закладах професійно (професійно-технічної) освіти, поза сумнівом, настала «мережева епоха», епоха дистанційного навчання. І найголовніше тут, як і в інших видах освіти, — якість навчання і достовірне оцінювання.

Посилання

1. Дистанційна освіта в сучасній освітній діяльності / Освітній портал [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http:// www.osvita.org.ua/ articles/ 30.html](http://www.osvita.org.ua/articles/30.html). — Назва з екрана.
2. Забезпечення відкритості, прозорості та об'єктивності оцінювання якості навчальної роботи студентів: досвід, проблеми, перспективи розвитку: зб. мат. наук.-метод. конф. 2 лют. 2010 р. : у 2 т. — Т. 2. — К.: КНЕУ, 2010.
3. Дистанційна освіта / Освітній портал [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.osvita.org.ua/distance/>. — Назва з екрану.

ІНФОРМАЦІЙНО- КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПІДГОТОВЦІ СУЧАСНИХ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ ПРАЦІВНИКІВ В ГАЛУЗІ МАШИНОБУДУВАННЯ З ПРОФЕСІЙ ВЕРСТАТНИК ШИРОКОГО ПРОФІЛЮ ТА ОПЕРАТОР ВЕРСТАТІВ З ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

*Спеціаліст вищої категорії, старший викладач І.В. Демещенко
Державний професійно-технічний навчальний заклад
«Сумський центр професійно-технічної освіти»
м. Суми, Україна*

Актуальність теми. Машинобудування – провідна галузь промисловості як по всій Україні так і на Сумщині. Підготовка майбутніх робітників у цій сфері – це справа, що стає дедалі важливішою у зв'язку з об'єктивними і суб'єктивними умовами розвитку машинобудування, особливо в воєнний час.

Машинобудівна галузь безперервно розвивається, використовуються сучасні матеріали, різальні інструменти, високопродуктивне обладнання та устаткування. Для обслуговування новітньої техніки в умовах запровадження передових технологій та інновацій різко зростають вимоги до обслуговуючого персоналу – до його знань, вмінь, здатності освоїти принципово інші способи праці. Верстатник широкого профілю; оператор верстатів з програмним керуванням – цінний працівник механічного цеху, тому він може виконати операцію будь-якої складності на будь-якому верстаті. Для забезпечення високої якості продукції велике значення мають його професійна компетентність, трудова і технічна дисципліна, культура праці.

Мета статті. Підготовка майбутніх фахівців цієї сфери машинобудування потребує використання сучасних педагогічних технологій.

Основний виклад. У просторі сучасної педагогічної культури існують різні освітні технології:

- комп'ютерні технології;
- розвивальне навчання;
- розвиток практичного мислення;
- інноваційне навчання;
- метод проектів;
- продуктивне навчання;
- розв'язання винахідницьких завдань.

Особливу увагу на сучасному етапі приділяють проектним технологіям та інноваційному забезпеченню. Метод проектів стимулює самостійну пізнавальну думку учасників освітнього процесу, використання інформаційних технологій дає змогу майбутнім фахівцям можливість заглянути в сутність науки.

Перехід до інформаційного суспільства, в якому знання й інформація стануть основними виробничими силами, не може не вплинути на таку сферу людської діяльності, як освіта. В інформаційному суспільстві докорінно змінюється стратегія освіти. Тому, незважаючи на величезний потенціал інтерактивних методів навчання - єдиною справді інноваційною формою навчання є використання інформаційних технологій.

Зараз немає сумніву, що, здобувши знання з професійно-практичної, професійно-теоретичної підготовки, оволодівши комп'ютерною технікою і відпрацювавши відповідні навички роботи, випускники ПТНЗ будуть краще підготовлені до життя та роботи в машинобудівній галузі.

Під час підготовки майбутніх верстатників широкого профілю; операторів верстатів з програмним керуванням в ДПТНЗ «Сумський центр ПТО» використовуються електронні підручники – ППЗ «Верстатник широкого профілю», «Допуски, посадки та технічні вимірювання», «Матеріалознавство»; контент бібліотека системи ПТО України «Токар. Спеціальна технологія 2,3,4 розряд» та навчально – методичний комплекс з професії «Токар, фрезерувальник», які дають можливість методично правильно організувати як індивідуальну, так і групову роботу слухачів з предметів професійно-теоретичної підготовки.

Теоретичний матеріал електронних підручників супроводжують пояснювальні малюнки, графіки, креслення, інструкційно-технологічну складову професії, тестові завдання (виконуються в online режимі) та завдання для контролю та самоконтролю, відеоматеріали, анімації.

Особливості використання електронних навчальних ресурсів:

- використовують їх при вивченні нового матеріалу;
- вони можуть використовуватися на етапі закріплення вивченого матеріалу;
- у рамках комбінованого уроку за допомогою даних засобів програмного забезпечення здійснюється повторення і узагальнення вивченого матеріалу (насамперед, на підсумкових уроках, коли по ходу уроку потрібно «перегорнути» зміст кількох параграфів, закріпити формули, повторити закони, визначити причинно-наслідкові зв'язки);
- окремі уроки можуть бути присвячені самостійному (або дистанційному вивченню) нового матеріалу і складанню конспекту за структурною формулою параграфа;
- електронний навчальний ресурс використовують як засіб контролю засвоєння здобувачами освіти знань (до складу електронного комплексу входить система моніторингу). Результати тестування учасників освітнього процесу з навчальних предметів, що входить до складу навчально-методичного комплексу, фіксуються, обробляються комп'ютером і надсилаються на особистий блог викладача. Педагогічний працівник, у свою чергу, на основі отриманої інформації має можливість управляти процесом

навчання. Результати групи за змістом в цілому дозволяють побачити необхідність організації повторення тієї чи іншої теми для досягнення максимального рівня навченості.

Позитивними якостями електронних підручників є:

- індивідуалізація навчання;
- наочність;
- об'єктивність і достовірність визначення й оцінювання рівня навчальних досягнень здобувачів освіти.

Індивідуалізація навчання здійснюється завдяки тому, що електронний засіб дає змогу кожному учаснику освітнього процесу засвоювати навчальний матеріал у власному темпі і за власним графіком. Наочність забезпечується використанням мультимедійних технологій: анімації, відеофрагментів, інтерактивних моделей.

Висновок. Результат навчання обов'язково підлягає оцінюванню. З кожного предмета й навіть з кожної теми детально розроблені критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти. Об'єктивність і достовірність оцінювання рівня навчальних досягнень слухачів досягаються за допомогою багатоваріантних тестів.

У багатьох країнах світу система освіти орієнтована на формування ключових компетенції майбутнього фахівця у тій чи іншій галузі. Нас, педагогів професійної освіти, насамперед цікавить професійна компетентність майбутнього кваліфікованого робітника машинобудівної галузі.

Вимоги до компетентності випускника постійно змінюються. Кінцевим результатом сучасного навчання повинно бути працевлаштування за отриманою професією. Лише в такий спосіб випускник, економіка і суспільство можуть одержати очікувану користь від вкладених ресурсів.

Посилання

1. Ковальчук В. Сутність розвитку системи ПТО. – Профтехосвіта. – 2010. – №11(23). – С.1.
2. Ніколаєнко С.М. Індивідуальний розвиток професійно-технічної освіти в Україні. – К.:Книга, 2007. – 232с.
3. Радзімовська О. Вимоги до працівників у нових соціально – економічних умовах. – Профтехосвіта – 2010. – №2 (14) – С. 8–10).
4. Профтехосвіта України: XX століття: Енциклопед. вид-ня/ За ред. Н.Г.Ничкало –К.: Вид. «АртЕк» , 2004. – 876с.

ПЕРСПЕКТИВИ НА ПРОЕКТИ ЗА КРЕДИТНА МОБИЛНОСТ, ФИНАНСИРАНИ ПО ПРОГРАМА ЕРАЗЪМ+ И АНАЛИЗ НА ОБЩАТА ДЕЙНОСТ¹

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 Шмалкален - Германия, Пржемысль – Полша и Ялова – Турция.

За сравнение през предходния период сме приели общо 71 чуждестранни преподаватели и персонал.

¹ PERSPECTIVES OF CREDIT MOBILITY PROJECTS FINANCED UNDER THE ERASMUS+ PROGRAM AND GENERAL ACTIVITY ANALYSIS

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 информация 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 получиха 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.

СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ В ЗМІШАНОМУ ТА ОН-ЛАЙН ФОРМАТАХ

Доц., проф¹., докт. екон. наук А.В. Дмитренко

¹Кафедра фінансів, банківського бізнесу та оподаткування

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка» м. Полтава, Україна*

Вступ. Карантинні обмеження та воєнний стан посилили виклики, які стоять перед закладами освіти України. Потреба в нових підходах до навчання з обмеженням кількості аудиторних занять залишається проблемним питанням для значної частини освітянської спільноти. Водночас лишаються вкрай актуальними такі вимоги до вищої освіти, як: доступність; гнучкість для окремих категорій здобувачів, які працюють, мають дітей тощо; індивідуальна траєкторія навчання здобувача; впровадження дуальної освіти.

Вирішення цих питань неможливе без широкомасштабного впровадження онлайн-технологій, ґрунтовних змін у підходах до організації навчання в закладах освіти та в кожній дисципліні, зокрема ролі аудиторних занять та ефективності їхнього проведення. Але це вимагає грамотного застосування онлайн-технологій з відповідними методичними підходами, що забезпечують ефективне поєднання безпосередньої та опосередкованої форми взаємодії студентів і викладачів у вигляді нового виду навчання - змішаного навчання.

Основний виклад матеріалу. Змішане навчання здатне поєднати переваги традиційного навчання в аудиторії із можливістю забезпечення прямої інтерактивної взаємодії між студентами і викладачем та електронного або дистанційного – поза стінами ЗВО, із можливістю використання переваг залучення до навчання інформаційних технологій. Змішане навчання у вищій освіті, зокрема є сучасним та малодослідженим, але актуальним і перспективним явищем на сьогодні.

Ефективність організації змішаного навчання у закладах вищої освіти напряму залежить від якості етапу створення робочої навчальної програми курсу змішаного навчання та планування змісту завдань аудиторної та

дистанційної роботи студентів з курсом. Водночас, виконання студентами завдань електронного навчального курсу, створеного і розміщеного в СУН Moodle у поєднанні з завданнями аудиторної інтерактивної роботи здатне підвищити їх зацікавленість у навчанні.

Застосування онлайн-технологій робить навчання технологічнішим. Технології можуть як покращити, так і погіршити його ефективність, а отже потрібно ґрунтовно опрацювати всі теоретичні та методичні засади викладання. Для якісного змішаного навчання в конкретній дисципліні необхідно обрати, які види активностей матимуть найкращий ефект онлайн, а які — за безпосереднього контакту, в якому обсязі та в якій послідовності. Дистанційні (або он-лайн) технології є основою для взаємодії суб'єктів освітнього процесу як у змішаному навчанні, так і в дистанційному. В дистанційному навчанні опосередкована взаємодія суб'єктів засобами онлайн-технологій є визначальною. Такий вид навчання визначено Законом України «Про освіту» як окрему форму здобуття освіти — дистанційну [1].

Змішане навчання є підходом, педагогічною й технологічною моделлю, методикою, що поруч із онлайн-технологіями спирається також і на безпосередню взаємодію між студентами та викладачами в аудиторії. Основою ефективного застосування змішаного навчання є технологічна готовність викладачів, студентів і закладу освіти, а також ґрунтовна методична підготовка кожної дисципліни, вибір оптимальної моделі навчального процесу, проєктування сценарію навчання як послідовності дій та досвіду, що його здобувач отримає впродовж курсу, деталізована підготовка й організація не лише аудиторних занять, а насамперед самостійної роботи студентів. Якісно впроваджене змішане навчання суттєво покращує освітній процес. Технологічні рішення здатні забезпечити доступність матеріалів, можливість постійної підтримки студентів, зручність контролю процесу навчання, автоматизацію частини роботи викладача. Важливими є базові підходи до реалізації будь-якої моделі змішаного навчання, а специфіка кожної дисципліни та індивідуальні педагогічні підходи викладача створюють передумови до формування власних ефективних моделей.

Методичні підходи до організації змішаного навчання у закладах вищої освіти (відповідно до рекомендацій МОН від 24.06.2020) [2] представляють методичну підтримку викладачам для навчання здобувачів вищої освіти в он-лайн та змішаному форматах навчання (табл. 1).

Головним завданням викладача у змішаному навчанні є методичне проєктування власної дисципліни як послідовності дій та досвіду, що його здобувач отримає впродовж курсу. Плануючи курс, рекомендуємо спиратись на очікувані результати навчання та обирати види діяльності й матеріали відповідно. При плануванні видів навчальної діяльності студентів слід дотримуватися базових рекомендацій щодо послідовності взаємодії на всіх рівнях вивчення дисципліни: від окремої теми до розділу чи модуля.

Попередня підготовка має на меті дати студентам та викладачеві ту інформацію, яка допоможе ефективніше спланувати роботу впродовж теми / модуля / курсу. Цей етап може включати мотиваційні матеріали, що зацікавлять студентів до вивчення нового матеріалу, діагностичне тестування, яке покаже попередні знання здобувачів із теми. Викладач на цьому етапі також може дати рекомендації щодо правил роботи, підказати, які матеріали слід оновити в пам'яті, як спланувати час та які навички, окрім тих, що формуються на курсі, знадобляться (наприклад, підготовка публічного виступу).

Таблиця 1. Методичний блок (відповідно до рекомендацій МОН від 24.06.2020)

Якісне змішане навчання	В конкретній дисципліні необхідно обрати, які види активностей матимуть найкращий ефект онлайн, а які — за безпосереднього контакту, в якому обсязі та в якій послідовності.
Дистанційні (або онлайн) технології	Є основою для взаємодії суб'єктів освітнього процесу як у змішаному навчанні, так і в дистанційному. В дистанційному навчанні опосередкована взаємодія суб'єктів засобами онлайн-технологій є визначальною. Такий вид навчання визначено Законом України «Про освіту» як окрему форму здобуття освіти — дистанційну.
Змішане навчання як модель навчання	Надає студентам певні елементи контролю за вивченням матеріалу та можливості персоналізувати навчання, розкриває значно ширші перспективи.
Методичні підходи	Забезпечують занурення студентів у процес навчання, засвоєння матеріалу, ефективну взаємодію між суб'єктами навчання, персоналізацію навчання.

Для запровадження ефективної моделі змішаного навчання необхідно підходити до планування всього процесу вивчення дисципліни, як до сукупності взаємопов'язаних видів навчальної діяльності студентів (мал. 1).

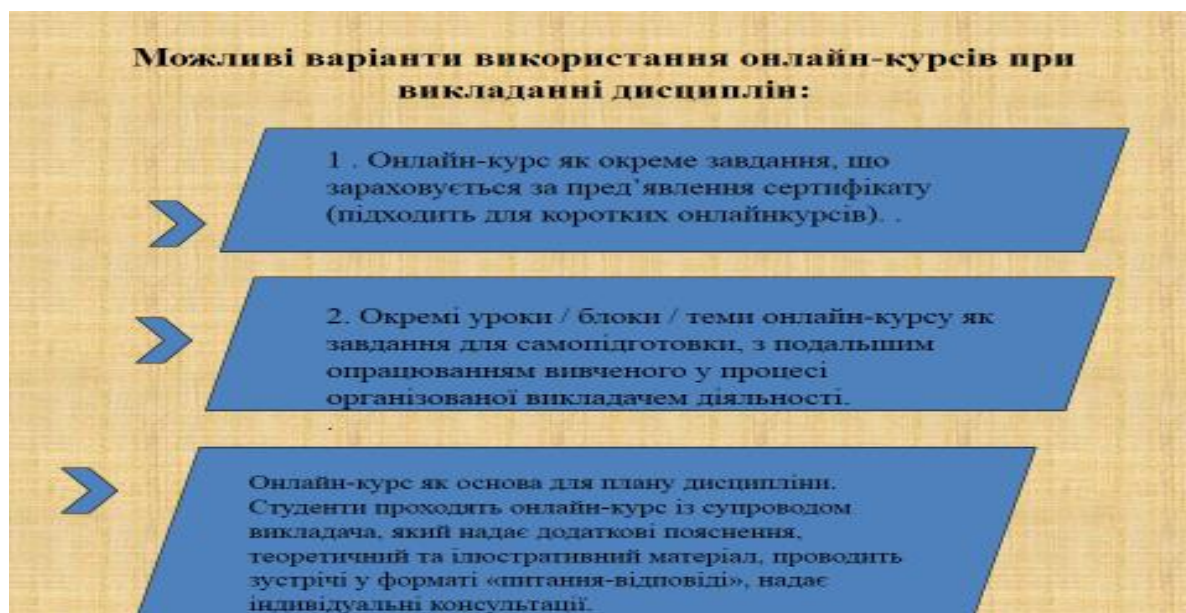


Малюнок 1. Ефективна модель змішаного навчання

Подача нової інформації може відбуватися дедуктивно (спочатку студенти отримують знання про теорію та правила, а потім шукають зв'язки з практикою) та індуктивно (студенти самі помічають правила й закономірності через роботу з прикладами, кейсами, казусами, дослідями тощо). Самостійне опрацювання матеріалів передбачає не просто перегляд, прослуховування чи прочитання як таке. Тут можуть бути відповіді на питання у вигляді мінітесту, розгорнутої відповіді чи заповнення таблиці за шаблоном, також можна передбачити виконання вправ. Обговорення у групі може відбуватися як у синхронному режимі (відеоконференція, чат), так і в асинхронному (форум, чат, робота над спільним документом).

Завданням викладача є організувати цей процес через запитання та окреслення очікуваного результату обговорення. Практичне завдання може бути як індивідуальним, так і груповим, воно може виконуватись як синхронно, так і асинхронно. Як впливає з моделі зворотного дизайну курсу, кожне практичне завдання має давати досвід, пов'язаний із цілями курсу та очікуваними результатами навчання. Оцінювання завдання, незалежно від форми, має відбуватися за чіткими зрозумілими критеріями, з якими здобувач знайомиться до початку виконання практичного завдання.

Автори та укладачі можуть включати в свої відкриті онлайн-курси. При цьому важливо, щоб знання й навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з очікуваними результатами навчання дисципліни (програми). Можливі варіанти використання онлайн-курсів при викладанні дисциплін наведено на мал. 2.



Малюнок 2. Можливі варіанти використання онлайн-курсів при викладанні дисциплін

Ефективний план курсу представлено на мал. 3.



Малюнок 3. Ефективний план курсу

Висновок. Отже, в умовах сучасності ефективний план власної дисципліни в разі застосування змішаної форми навчання повинен:

- враховувати основні зовнішні та внутрішні фактори з метою визначення обмежень і можливостей курсу;
- мати зрозумілі цілі та результати навчання, орієнтовані на декілька рівнів навчання;
- оцінювати прогрес за кожним з очікуваних результатів навчання;
- передбачати зворотний зв'язок упродовж вивчення всієї дисципліни;
- пропонувати такі види навчальної діяльності, які залучають студентів до активного навчання, передбачати потужні форми досвіду, висвітлювати способи отримання основної інформації та ідей;
- узгоджувати між собою основні компоненти дисципліни, тобто результати навчання, оцінювання та навчальна діяльність повинні бути взаємопов'язані.

Посилання

1. Закон України «Про освіту» зі змінами 2023 рік №2145-VIII від 05.09.2017 р. URL: https://urst.com.ua/act/pro_osvitu (Дата звернення: 20.12.2023 р.).
2. Рекомендації щодо впровадження змішаного навчання у закладах фахової передвищої та вищої освіти від 24.06.2020 р. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-svita/2020/zmyshene%20navchanny/zmishanenavchannia-bookletsreads-2.pdf> (Дата звернення: 20.12.2023 р.).

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ В ДИСТАНЦІЙНІЙ ОСВІТІ СТВОРЕНИХ НА БАЗІ ЦИФРОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ

Викладач першої категорії Г.Ю. Журавель

Відокремлений структурний підрозділ «Костянтинівський індустріальний фаховий коледж ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк, Україна

Вступ. Сучасні світові стандарти в галузі освіти передбачають підготовку висококваліфікованих фахівців, здатних інтегрувати теоретичні знання і практичні уміння в цілісну систему, володіти новими технологіями тощо. Для успішної реалізації особистісного потенціалу кожного здобувача освіти в освітньому процесі мають бути створені умови для формування таких якостей особистості, як мобільність, уміння інтегруватись у динамічне суспільство, критичність мислення, уміння генерувати нові ідеї, здатність приймати нестандартні рішення й нести за них відповідальність, комунікативні уміння, уміння працювати в команді. Вирішенню таких завдань сприяє застосування інтерактивних технологій навчання.

Основна частина. Інтерактивне навчання («inter» – взаємний, «act» – діяти) – спеціальна форма організації пізнавальної діяльності, що передбачає створення комфортних умов навчання, за яких студент відчуває свою успішність та інтелектуальну спроможність [1]. Інтерактивність є характерологічною особливістю сучасного освітнього процесу з використанням комп'ютерних технологій, що сприяє встановленню суб'єктної взаємодії викладача і студентів, та студентів між собою на основі активізації процесів емпатії, рефлексії тощо.

Інтерактивність передбачає: діалогічність, висвітлення та аналіз кожної проблеми під різним кутом зору, відмову від стереотипу та шаблону; наявність «незавершеності» як природної властивості пізнання; зміну традиційної активності викладача активністю студентів, спрямування студентів на самостійний пошук інформації, обмін знаннями, діями, формування навичок роботи з методичною літературою. Вона виявляється у максимальному використанні й розвитку особистісного досвіду кожного студента, в якому разом з досвідом відбувається набуття й реалізація знань.

Перевагами застосування інтерактивного навчання у вищих навчальних закладах є: встановлення дружньої атмосфери і взаємозв'язків між учасниками спілкування; отримання студентами можливості бути більш незалежними і впевненими в собі; заохочення викладачем студентів до співпраці; отримання здобувачами освіти можливості подолати проблему мовного бар'єру; нівелювання авторитарної позиції викладача; залучення до роботи кожного студента; допомога із відсталими студентами; постійне й активне використання раніше набутого досвіду [2].

На сьогодні у вищій школі переважно використовують такі інтерактивні методи як: тренінги, ситуаційні задачі, майстер-класи, прес-конференції, тестування, кейс-методи, ігрове навчання, круглі столи, мультимедійні лекції та практичні заняття, електронні навчальні видання, мультимедійні підручники. На лекційних та практичних заняттях з навчальних дисциплін переважно використовуються індивідуальні роздаткові матеріали, відео, аудіо-, комп'ютерна техніка. Все це допомагає формуванню професійного потенціалу майбутніх фахівців.

Провідну ознаку інтерактивного навчання можна подати словами китайського філософа Конфуція, який понад 2,5 тис. років тому сказав: «Те, що я чую, я забуваю. Те, що я бачу і чую, я трохи пам'ятаю. Те, що я чую, бачу й обговорюю, я починаю розуміти. Коли я чую, бачу, обговорюю і роблю, я набуваю знань і навичок. Коли я передаю знання іншим – Я стаю майстром».

Дослідження американських та європейських науковців підтверджують, що інтерактивне навчання забезпечує збільшення частки засвоєння навчального матеріалу завдяки тому, що воно впливає не лише на свідомість студента, а й на його почуття і волю, а саме: лекція дає 5% засвоєння, читання навчальних текстів – 10%, відео-, аудіоматеріали – 20%, демонстрація – 30%, робота в дискусійних групах – 50%, практика через дію – 75%, навчання інших і застосування здобутих знань – 90% засвоєння [3].

Реалізація інтерактивного навчання передбачає впровадження інтерактивних технологій. Інтерактивна технологія навчання як система містить такі компоненти: чітко сплановані цілі навчання - зрозумілий якісний та кількісний очікуваний результат процесу у вигляді навчальних досягнень студентів; спеціально відібраний та структурований зміст навчання; інтерактивні форми, методи і прийоми, за допомогою яких організовується навчання і стимулюється активна діяльність студентів; адекватні цілям, формам і методам засоби навчання; розумові і навчальні дії та процедури у вигляді системи пізнавальних завдань, за допомогою яких студенти можуть досягти запланованих результатів; організаційні та психолого-педагогічні умови, що дозволяють ефективно спланувати та реалізувати інтерактивне навчання.

Ефективне поєднання інтерактивних технологій навчання та освітніх платформ під час дистанційного навчання дозволяє розвинути комунікативні компетентності студента, забезпечити здобуття практичних знань й умінь та формувати здатність мислити критично і креативно.

Використання цифрових технологій істотно змінило освітній процес за останні роки. Суттєвим викликом для усіх учасників освітнього процесу стало запровадження дистанційної освіти під час карантинних обмежень та військового стану. Саме використання цифрових технологій в навчальному процесі є одним з перспективних напрямків розвитку освіти в сучасних реаліях.

Справжнім порятунком для організації освітнього процесу стали сучасні освітні онлайн платформи, які дозволяють надійно і зручно створювати учбовий контент для навчання. Існує багато онлайн платформ та програмних засобів, віртуальних класів для організації освітнього процесу: Google Education, Microsoft Education, Moodle, Microsoft Teams, Google Classroom, Edmodo, Classdojo тощо.

Використання цифрових технологій вважається одним із перспективних напрямів в освітній галузі. Досить важко уявити процес навчання без використання цифрових технологій. Традиційні методики навчання можуть вдало поєднуватись з використанням цифрових технологій, а дистанційне навчання буквально базується на використанні освітніх платформ створених на основі хмарних сервісів.

Впровадження сучасних інтерактивних технологій, що забезпечують подальше удосконалення навчального процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві.

В той час коли освіта повинна подолати ті обставини, які заважають початковому процесу в звичному режимі, пряме спілкування «викладач – студент», викладач повинен опановувати новітні засоби навчання, які формують навчальне середовище на засадах інформаційних технологій. Особливостями таких середовищ є те, що вони можуть функціонувати і як частина загального навчального середовища, і автономно, тобто в замкненій системі «студент – комп'ютер» [4]. Відтак, цілком природним на сьогодні є те, що поряд з традиційними методами і засобами навчання (підручник, схеми, таблиці, слово викладача), в професійній підготовці активно використовуються інтерактивні технології, які дають можливість здійснювати альтернативні підходи до організації освітнього процесу: забезпечують індивідуалізацію навчання; створення умов для самостійного навчання з використанням технічних засобів (упровадження методів аудіо- й відеонавчання); взаємодію суб'єктів, які знаходяться на різних територіях, на основі комп'ютерних засобів та мережі Інтернет (дистанційна організації навчання) тощо.

Особливе місце в цифровій трансформації освітнього процесу та використанні інтерактивних методів навчання при створенні учбового контенту займають саме комп'ютери та мережа Інтернет. На рисунку 1 представлено модель навчання за допомогою освітніх платформ. Викладачі можуть легко створювати своє власне індивідуалізоване навчальне середовище за допомогою інтерактивних технологій, вільно вибирати зміст та стиль навчання.

Сьогодні в сучасних екстремальних умовах під час військового стану дистанційне навчання є необхідністю, але для того щоб якість навчання не погіршувалася найчастіше використовується інтерактивні дистанційні методи навчання в основі яких лежить ціленаправлена та контрольована інтенсивна самостійна робота студента, який може навчатися в зручному для себе місці,

по узгодженому розкладу з викладачами та під керівництвом досвідчених викладачів-наставників.

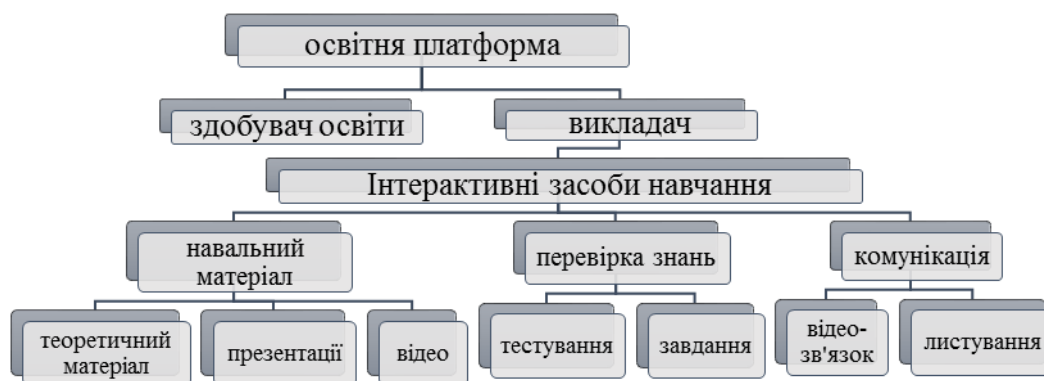


Рисунок 1 – Модель навчання за допомогою освітніх платформ

Під інтерактивністю при цьому розуміють: звичайний доступ того, хто навчається, до сторінки тексту через веб-інтерфейс і отримання з неї певного навчального матеріалу; динамічну взаємодію того, хто навчається, і навчальної системи.

Інтерактивність у системах дистанційного навчання – це спеціально організована педагогічна взаємодія між тими, хто навчається, та навчальними ресурсами або між тими, хто навчається, поміж собою. Така педагогічна взаємодія в комп'ютерному розвивальному середовищі дає можливість роботи з навчальними матеріалами і можливість спілкування зі всіма учасниками навчального процесу на основі використання сучасних інформаційних технологій.

Вона дозволяє зменшити відчуття ізоляції й анонімності, що виникають в процесі дистанційного навчання, які часто призводять до незадоволення, неякісного виконання завдань в режимі дистанційного навчання і, навіть, відмови від навчання за дистанційною формою.

Інтерактивність у системі дистанційного навчання, як правило, розглядається з двох точок зору – технічної і педагогічної. Технічний рівень інтерактивності визначається відбором засобів взаємодії між тим, хто навчається, та викладачем; тим, хто навчається, та навчальними ресурсами. Педагогічний зміст інтерактивної компоненти визначає метод оцінювання знань, а також можливості щодо педагогічного впливу системи дистанційного навчання [4].

Висновки. Розробка інтерактивних засобів для дистанційного навчання повинна забезпечувати два аспекти: взаємодію з навчальними ресурсами та міжособистісну взаємодію. Тому можна впевнено сказати, що використання інтерактивних сервісів при дистанційній освіті на даний час є одним з перспективних напрямків розвитку в цьому напрямку з боку закладів освіти.

Посилання

1. Волкова Н.П. Інтерактивні технології навчання у вищій школі: навчально-методичний посібник / Н.П. Волкова. – Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля, 2018. – 360 с.
2. Пометун І. О. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: наук.-метод. посібник / І. О. Пометун. – К.: Видавництво А.С.К., 2004. – 192 с.
3. Близнюк Т. Цифрові інструменти для онлайн і офлайн навчання: навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2021. – 64 с.
4. Вахрушева Т. Ю. Інтерактивні технології навчання як засіб активізації навчально пізнавальної діяльності студентів / Т. Ю. Вахрушева // Нові технології навчання. – К., 2007. – Вип. 47. – С. 64–69.

ФАКТОРИ ДІАГНОСТИКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ФАХОВИХ МОЛОДШИХ БАКАЛАВРІВ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РИНКУ ПРАЦІ В УМОВАХ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПАРТНЕРСТВА

Аспірант А.Л. Зінченко¹, доктор філософії (пед.) С.М. Зінченко²

*¹Криворізький державний педагогічний університет,
м. Кривий ріг, Україна*

²Нікопольський факультет УДУНТ

(регіональний центр моніторингу освіти та соціального партнерства, м. Нікополь)

*Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
м. Дніпро, Україна*

Реформування передвищої фахової освіти в Україні, євроінтеграційні процеси, які відбуваються нині в освітніх закладах, нові теоретико-наукові підходи до формування високопрофесійних, компетентних фахових молодших бакалаврів вимагають перехід на нові форми і методи співпраці між роботодавцями і закладами освіти та визначення діагностики конкурентоспроможних випускників. Виконанню цих завдань підпорядковане освітнє партнерство як пріоритетний напрямок сучасної науки.

Загострення проблеми росту економічних втрат внаслідок воєнного стану в Україні, непрофільного працевлаштування випускників активізувала дослідний пошук та зацікавленість науковців до конкурентоспроможності фахового молодшого бакалавра, порівняльного аналізу конкурентоспроможності випускників на ринку праці.

Аналіз науково-дослідних підходів до вивчення конкурентоспроможності фахових молодших бакалаврів показує неоднозначність наукового дискурсу з питань: зміст явища, фактори,

визначальний рівень конкурентоспроможності, інструментально-методичне забезпечення діагностики, способи покращення професіонального потенціалу.

Класифікація теоретико-прикладних напрямків в оцінюванні конкурентоспроможності фахових молодших бакалаврів дозволяє виділити наступні підходи:

1. висококонкурентне освітнє середовище навчального закладу;
2. сформований професійний потенціал (якість підготовки, професійній, виробничий, особистісний);

Диференціюємо векторів розвитку цих підходів:

- оцінювання затребуваності компетенцій фахівців роботодавцями;
- діагностика рівня конкурентоспроможності фахових молодших бакалаврів шляхом комбінованих оцінок професійно-особистісного потенціалів і результативності трудової діяльності.

Методичні засоби, які використовуються на основі порівняння нормативних вимог роботодавців і фактичних оцінок професійно-особистої готовності випускників (анкетування, тестування, тощо). Тому, необхідний інструментарій діагностики рівня конкурентоспроможності, який дає можливість порівняти результативність участі фахового молодшого бакалавра в конкурентній боротьбі.

Реалізація освітнє-кар'єрних траєкторій професійного становлення здійснюється в умовах ринку праці. Оцінка результативності може ґрунтуватися на показниках, які характеризують величину одержаних конкурентних переваг.

Позначимо п'ять факторів, які показують конкурентні переваги фахових молодших бакалаврів на ринку праці.

1. Умови зайнятості – головний вплив на рівень конкурентоспроможності оказує фактор, який характеризує взаємодію «роботодавець-фаховий молодший бакалавр». Закріплення відношень відповідно до трудового договору впливає на тривалість зайнятості.

2. Матеріальне забезпеченість.
3. Інтенсивність завантаженості фахівця.
4. Емоційне відношення до роботи.
5. Закріплення на підприємстві.

Висновки

Головним завданням освітнього партнерства у сучасній системі фахової передвищій освіти України є забезпечення розвитку та підвищення конкурентоспроможності фахових молодших бакалаврів на регіональному ринку праці шляхом розширення теоретико-наукових підходів щодо діагностики конкурентоспроможних випускників.

Посилання

1. Блудова Ю. О. Соціальне партнерство в сфері професійної освіти – ефективний шлях до формування компетентного спеціаліста. Проблеми и

- перспективы социального партнерства мира университета: взгляд молодых преподавателей: матеріали наук.-теорет. конф. молодых ученых, (13 квітня 2019 р.). Харків : НУА, 2019. С. 66–68.
2. Ганзюк Т. Д., Денисенко М. П. Соціальне партнерство в системі професійної освіти. Міжнародна заочна науково-практична інтернет-конференція: «Проведення прогностно-аналітичних досліджень відповідності системи професійної освіти перспективам соціально-економічного розвитку України». 2013. URL: https://knutd.edu.ua/publications/conference/22.11.2013/34_Denysenko_Ganziuk.pdf.
 3. Дзінковська М. Експериментальна перевірка моделі формування фахових компетентностей студентів хімічних спеціальностей у системі «коледж-університет». Вісник Львівського університету. Серія педагогічна. 2023, Вип. 38. С. 81-96.
 4. Балдич Л., Якимчук І. Досвід реалізації ступеневої освіти у контексті підготовки конкурентоспроможного фахівця у ВНЗ I-II рівнів акредитації. Нова педагогічна думка. 2013. № 1.2. С. 164-166.

НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛЬСКА ДЕЙНОСТ В ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА

Доц. д-р инж. Галина Илиева

*Директор на Научноизследователския институт
Технически университет, гр.Варна, България*

1. Основна цел и задачи на НИИ, като основно звено на ТУ-Варна

Научноизследователският институт, като основно звено към Технически университет-Варна, е създаден през декември, 2016 с указ на Министерски съвет на Република България.

Основната цел на НИИ е утвърждаването на ТУ-Варна като водещ не само образователен, но и изследователски център. Чрез своята структура и научен потенциал, мрежа от контакти, НИИ работи в насока изпълнение на национални и европейски стратегии за развитие на НИД, подпомага решаването на множество научни и инженерни проблеми, свързани с потребностите на индустрията и обществото.

Основните дейности на НИИ при ТУ-Варна са в съответствие с националните интереси, приоритети и тенденции в развитието на националната и световна наука, които съответстват на приоритетните направления на ТУ-Варна:

- координира проектната и научноизследователска дейност по приоритетните за ТУ – Варна научни направления;
- активно участва в управлението и администрирането на национални и международни програми и проекти; координира изследователските екипи за разработване на проекти по национални и международни програми;

- інформира за отворени конкурси за изготвяне на проектни предложения по програми с национално и международно финансиране;
- подготвя и публикува материали във връзка с работата и научните изследвания на секциите на НИИ и екипите в ТУ-Варна;
- поддържа специализирана база данни по приключили и действащи проекти;
- подготвя и организира научни конференции и мероприятия в областта на науката, техниката и технологиите;
- популяризира изследванията на НИИ към ТУ-Варна в страната и в чужбина;
- създава връзки с други изследователски центрове и институти в страната и чужбина;
- осъществява и други дейности в обхвата на своята основна цел, възложени в съответствие с вътрешно университетските актове и издаваните въз основа на тях административни разпореждания.

2. Структура на НИИ

Структурата на НИИ включва постоянни административни, постоянни и временни научни звена. Постоянните административни звена са сектори, в момента функционира сектор „Вътрешни конкурси“. Постоянните научни звена са секции и лаборатории, а временните научни звена са екипи на проекти, индивидуални изследователи и външни експерти.

Сектор „Вътрешни конкурси“ координира научноизследователския процес на ТУ – Варна по отношение на проекти – в подкрепа на докторанти, в подкрепа НИД на катедрите, демонстрационни, изграждане на лаборатории, подкрепа на научни форуми, организирани от ТУВ, които са финансирани със средствата, предоставяни целево от държавния бюджет за присъщата на университета научна дейност. Секторът обезпечава разработването на необходимата проектна документация за участие в проекти насочени към поддържане, подобряване и доизграждане на инфраструктурата на ТУ-Варна, и поддържа административно тяхното изпълнение. В допълнение сектор „Вътрешни конкурси“ подпомага подготовката на образователни проекти и проекти, които са насочени към повишаване квалификацията на академичния състав, младите учени и постдокторанти, административния състав на ТУ-Варна и обезпечава управлението на тези проекти. Сектор „Вътрешни конкурси“ организира и ежегодния конкурс „Месец на науката“, в който се представят достиженията в НИД на звената.

Секциите са постоянни научноизследователски звена, формирани по научни области или акредитирани професионални направления и специалности, по които ТУ-Варна извършва обучение. Секциите инициират и координират научни, научно-приложни, консултантски и други дейности, в съответствие с техните цели и приоритети; подпомагат организационно и административно факултетите и катедрите при подготовката на национални и международни научноизследователски и приложни проекти инициирани от преподаватели и докторанти.

Действащи секции по ПН:

- 5.1 Машинно інженерство
- 5.2 Електротехніка, електроніка і автоматизація
- 5.3 Комунікаційна і комп'ютерна техніка
- 5.4 Енергетика
- 5.5 Транспорт, кораблоплавання і авіація
- 5.13 Общо інженерство
- 6.1 Растениеводство
- 3 Соціальні, стопанські і правні науки
- 4.4 Науки за Землята

Временните научноизследователски звена са екипи на изследователи и индивидуални изследователи и външни експерти.

Основа за формирането на научния състав на НИИ е целият академичен състав на ТУ – Варна – хабилитираните, нехабилитираните преподаватели и докторантите. Научният състав на НИИ обхваща изследователския състав на научните секции и временните звена (програмните колективи), изпълняващи научни проекти. В проектната дейност се включват студенти, докторанти, млади учени и постдокторанти.

3. Организация на дейностите

От гледна точка на организация на работата – начело на НИИ е директор, който отговаря за цялостната дейност, а секторите и секциите имат ръководители със съответни задължения, посочени в приет на заседание на Академичен съвет Правилник за структурата, управлението, организацията и дейността на Научноизследователски институт към ТУ-Варна.

Към НИИ има действащ Научен съвет, който е колективен орган за управление, състоящ се от Директорът, който е и председател на НС; ръководителите на секции и сектор „Вътрешни конкурси“. Научният съвет участва в определяне научната политика на НИИ и контролира нейното изпълнение; приема стратегически перспективни направления за работа, може да взема и други решения относно осъществяваната дейност.

Ръководителите на постоянните секции в НИИ имат задача да организират, ръководят и подпомагат срочното и качествено разработване на проектни предложения, финансирани по национални и международни програми; да оказват научна, методическа и практическа помощ на академичния състав при изпълнение и администриране на проекти и програми, както и да участват в съставянето на плана за научноизследователската, научно-приложната и приложна дейност на НИИ към ТУ-Варна.

4. Научноизследователска дейност към НИИ

В НИИ се работи върху множество национални и международни проекти. Дейностите и разработките по различните проекти са финансирани от национални и международни програми, както следва: Фонд „Научни изследвания“; Оперативни програми „Иновации и конкурентоспособност“, „Наука и образование за интелигентен растеж“, „Морско дело и рибарство“;

Национален иновационен фонд“; Еразъм+, ключова дейност 2; Хоризонт 2020, Хоризонт Европа и други.

В момента се изпълняват над 30 национални и международни проекти и програми, работи се и върху решаване на различни задачи за индустриални и бизнес партньори.

5. Публикационна дейност и организиране на форуми

Международно видимата научна продукция на ТУ-Варна е значителен процент от общата научна продукция, като публикациите в чужбина, в реферирани и индексирани издания, достигат над 90 % от общия брой публикации. През последните години се отбелязва повишаване на публикационната активност в издания с Q1, Q2 и Q3. Публикациите поставят и изследват сериозни проблеми от всички научни направления, в които работят екипите в ТУ-Варна, както и са в съответствие с целите и насоките на НСРНИ 2017-2030, ИСИС2021-2027 и европейските стратегии. Броят на цитиранията в базите данни Web of Science и Scopus също се увеличава.

По-значими форуми, на които ТУ-Варна е организатор или съорганизатор са:

- Международен симпозиум по електрически апарати и технологии;
- Международна научна конференция Geometry, Integrability and Quantization
- International Conference on Biomedical Innovations and Applications (BIA);
- Научна конференция „Клъстери и иновации в образованието“;
- НТК с международно участие „Транспорт, екология и устойчиво развитие“;
- Дни на безразрушителния контрол и дефектоскопия;
- Международна конференция Black Sea;
- Месец на науката на ТУ-Варна, заключителна конференция „Науката в служба на обществото“, Секция „Технически науки“. Резултатите от участието в научноизследователски разработки са популяризирани както чрез публикации в специализирани издания, както и чрез участие с научни доклади в множество международни конгреси, конференции и семинари в Европа.

Ежегодно в Университета се провежда месец на науката, който е част от инициативата на Съюза на учените-Варна: „Месец на науката-Варна“. Това мероприятие започва в края на месец септември и продължава до края на месец октомври – интервал от време наситен с научни инициативи. Едно от основните мероприятия е организирането на традиционната изложба-конкурс „Научни постижения на звената в ТУ-Варна“, на която чрез постери и експонати факултетите демонстрират своите научни постижения през отчетния едногодишен период. От проектите от „вътрешния“ конкурс в изложбата участват завършените след месец октомври предходната година. На изложбата се представя и дейността на Научноизследователският институт, както и на студентските клубове, които разработват проекти свързани със спецификата на тяхната дейност. Към тази традиционна изложба се проявява значителен интерес

от страна на медиите, потребителите на кадри и институциите, с които си сътрудничим в областта на научната и приложната дейност.

Заклучение

От посоченото до момента, става ясно ТУ-Варна се придържа към политиките за ефективно финансиране, придобиване на съвременна научна апаратура, установяване и развитие на съвременна инфраструктура, провеждане на фундаментални научни изследвания и насърчаване на върховите постижения сред академичен състав, млади учени и студенти.

Провеждат се интердисциплинарни изследвания на високо научно ниво, което подкрепя международната конкурентоспособност на ТУ-Варна и дава възможност за участие в национални, регионални и европейски програми, с което се търси подобрене на финансирането за закупуване на нова апаратура, по-добро заплащане, повишена мобилност, особено за младите учени и докторанти, както и създаване на възможности за по-добър обмен на научна информация.

ВІД ТЕОРЕТИЧНОГО НАВЧАННЯ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ДІСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

*Викладач-методист вищої категорії Г.О. Козлов,
старший викладач вищої категорії Н.В. Швайка,
старший викладач вищої категорії О.О. Ясенова
ВСП Нікопольський фаховий коледж УДУНТ
м.Нікополь, Україна*

Сучасний ринок праці стає більш вимогливим до зростаючої галузевої та професійної підготовленості, мобільності випускника. Ці вимоги змінюються залежно від того як прискорюються темпи оновлення технологічних процесів, обладнання і відповідно видів продукції. Необхідно врахувати також, що в умовах світової глобалізації з кожним роком розширюються можливості молодій людині проявити себе за межами країни.

Однією з складових практичного навчання є навчальна практика, завданням якої є ознайомлення студентів зі специфікою напряму та спеціальності підготовки та формування професійних компетенцій.

Вимога часу – максимально зблизити теорію і практику. З цією метою розроблено нові навчальні плани, в яких передбачено збільшення загального обсягу навчальних годин практичної підготовки студентів. Тільки збільшення годин на практику малоефективне, якщо не створені умови для її проведення як на виробництві, так і в навчальному закладі.

Формування практичних умінь студентів технічних закладів освіти відбувається у навчальному закладі, лабораторіях, навчально-виробничих

майстернях та на виробництві. Особливу увагу потрібно звернути на поліпшення роботи структурних підрозділів навчальних закладів – навчально-виробничих майстерень та лабораторій, шляхом оновлення матеріальної бази сучасним обладнанням, залученням до викладацької роботи висококласних фахівців, бажано з підприємств, які мають досвід роботи і можуть з ним поділитися з майбутніми фахівцями.

Для адаптації випускників до сучасного металургійного виробництва у Нікопольському фаховому коледжі УДУНТ проводяться лекції-екскурсії безпосередньо на базових підприємствах, із залученням провідних фахівців підприємств до читання лекцій з спеціальних дисциплін. На захист дипломних проектів запрошують начальників цеху металургійних підприємств, їх заступники, для участі в роботі Державно кваліфікаційної комісії, щоб студент мав змогу отримати знання від теорії до практики.

Слід активізувати роботу з виробничими базами практики. Постійно проводиться цілеспрямована робота з налагодження довгострокових взаємовигідних зв'язків та укладення договорів з провідними підприємствами міста та регіону. Згідно з Цільовою програмою формування кадрового потенціалу для підприємств трубного виробництва створюється Єдина база цих підприємств для проходження виробничих практик студентами Нікопольського фахового коледжу УДУНТ. Це дозволяє визначити базові підприємства для проходження виробничих практик студентами, а також, що є немаловажним це стажування та навчання педагогічних, науково-педагогічних працівників безпосередньо на підприємствах. Таке партнерство сприятиме посиленню партнерських зв'язків між навчальним закладом та роботодавцями. При визначенні базових підприємств особлива увага звертається на запровадження сучасних технологій виробництва.

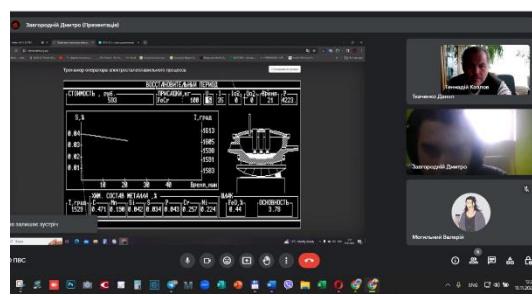
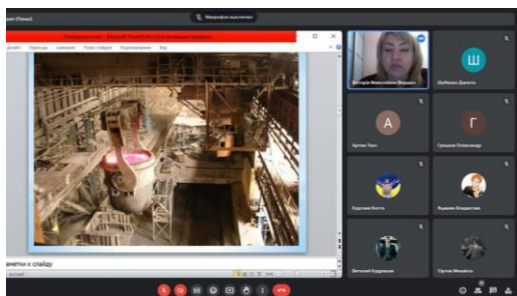
Але реалії сьогодення ставлять перед викладачами нові задачі щодо підготовки фахівців, зокрема і проведення навчальних практик у дистанційному режимі. Але зв'язок з базами підприємств необхідно підтримувати і використовувати у дистанційному проведенні навчальної практики.

За умов дистанційного навчання цей процес складніший, він може бути ефективним тільки при спільній діяльності, сприйняття та розуміння інших та іншого у віртуальному просторі.

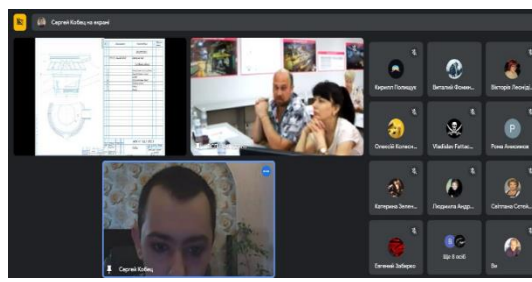
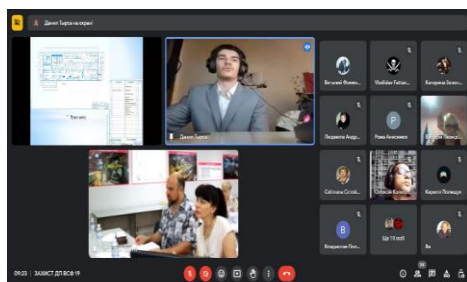
З урахуванням змушеного переходу до дистанційного навчання, спричиненого умовами воєнного стану в Україні, виникла необхідність впровадження інноваційних форм і методів організації практичної підготовки в закладах вищої освіти, бо обов'язково є дотриманням безпечних умов організації освітнього процесу. Це пов'язано перш за все із тим, що нестандартні умови організації освітнього процесу, складником якого є практика, вимагають зміну формату спілкування, інших технологій навчання і викладання.

З урахуванням важливості навчальної практики для підготовки конкурентоспроможного фахівця висуваються додаткові вимоги. **Ось деякі конкретні приклади того, як дистанційна навчальна практика реалізується для здобувачів освіти НФК УДУНТ:**

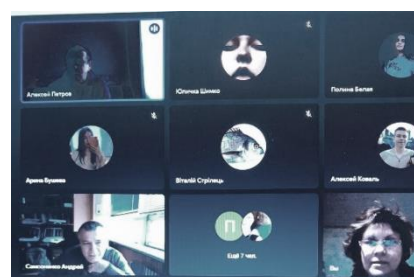
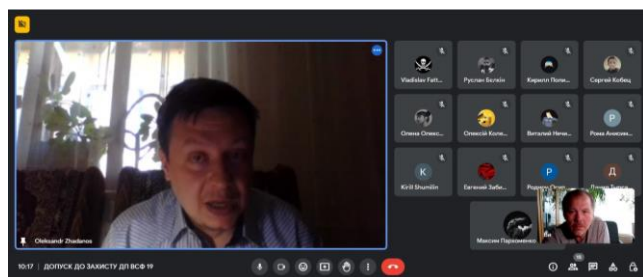
- проведення віртуальних лекцій-екскурсій з демонстрацією відео про металургійні підприємства, розгляд сайтів металургійних підприємств, обговорення переваг та недоліків того чи іншого підприємства у вигляді ділової гри;



- залучення ведучих спеціалістів з металургійних підприємств для проведення занять, диспутів;



- залучення науково-педагогічних працівників з ведучих кафедр УДУНТ для проведення вебінарів або відео конференцій;



- студенти можуть працювати над проектом, який розробляється для конкретного металургійного підприємства. Цей проект може бути пов'язаний з темою їх дипломного проекту.

По закінченню навчальної практики студент здає звіт, який буде свідчити про ефективність навчальної практики. І аналізуючи звіт студента, можна оцінити і студента, і в той же час проведену роботу керівника практики.

Ці приклади лише ілюструють можливості використання інноваційних підходів до організації дистанційної практичної підготовки. Навчання є творчим процесом, і кожен навчальний заклад може знайти свій власний унікальний спосіб впровадження інновацій.

Висновок:

1. Дистанційна навчальна практика може бути ефективним способом підготовки студентів до професійної діяльності. Вона дозволяє студентам розвинути практичні навички, отримати досвід роботи в реальному середовищі та підготуватися до вимог ринку праці.

2. Упровадження інноваційних підходів до організації практичної підготовки є важливою умовою підвищення якості освіти та підготовки конкурентоспроможних фахівців.

3. Співпраця з базами підприємств для проходження практики – запорука успіху.

Посилання

1. Інноваційні технології навчання: Навч. посібн. для студ. вищих технічних навчальних закладів / [Кол. авторів; відп. ред. Бахтіярова Х.Ш.; наук. ред. Арістова А.В.; упорядн. словника Волобуєва С.В.]. – К. : НТУ, 2017. – 172 с.
2. Інноваційні підходи до організації видів практик здобувачів вищої освіти у Білоцерківському інституті неперервної професійної освіти: аналітичний огляд. Вікторія Сидоренко, Володимир Кулішов, Наталія Торба, Ольга Фархшатова. Біла Церква: БІНПО ДЗВО «УМО» НАПН України, 2022. 30 с.

**ІСТОРІЯ ТА КУЛЬТУРА УКРАЇНИ
ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІДЕОЛОГІЇ**

Доц., канд. іст. наук О.А. Кузнецов,

здобувач вищої освіти (гр.МЕ-09-23) О. Дощенко

Український державний університет науки та технологій, Україна

На сучасній стадії розвитку Україна є великою європейською державою. Її геополітичне становище є об'єктивним результатом трьох найважливіших макропроцесів останньої чверті ХХ століття і перш за все, це - закінчення глобальної конфронтації західного та радянського блоків, капіталістичної та комуністичної систем, іншими словами, закінчення біполярного світу та вступу його в постбіполярну епоху. По-друге, стосується проблеми політичних та економічних реформ, їх незавершеності і негативних наслідків. І, нарешті, по-третє, розпад Радянського Союзу. У зв'язку з чим виникає питання про сучасний статус України: є вона великою європейською державою, здатною впливати на глобальну політику, або ж

регіональною державою, інтереси якої і реальний вплив обмежуються країнами, які безпосередньо примикають до її кордонів?

Протягом 2000-2020-х рр. ХХІ ст. Україна зробила свій вибір на користь Європейської інтеграції, процес економічного і політико-правового зближення України з європейськими міждержавними структурами, який на думку фахівців повинен завершитися зі вступом України до ЄС. Цей багатогранний шлях стосується всіх сторін суспільного життя, в тому числі й ідеологічної сфери, розвитку національної науки і освіти.

Процес інтеграції Європи супроводжується створенням загальної освітньої системи, розвинутої багатогалузевої науки, розвитком єдиних критеріїв та стандартів у галузі освіти і науки, де якість вищої освіти є основою для формування даної сфери. Стратегічним завданням української вищої школи на найближчу перспективу є проблеми формування нової історичної системи ідеологічних пріоритетів наукового світогляду суспільства, і перш за все, молоді, яка формує майбутнє нації. В цьому суспільство спирається на сучасне геополітичне становище України.

На наш погляд, в цьому сенсі сьогодення ставить завдання необхідності підготовки фахівця, який би не тільки відповідав сучасним вимогам виробництва, але і мав чіткі ідеологічні уявлення, без яких неможливе становленні його як особистості. Навчальна, патріотично-виховна та наукова робота як єдиний процес знаходяться у нерозривному зв'язку і взаємозалежності, займають пріоритетне місце в діяльності ВНЗ.

Метою дослідження є визначення та аналіз особливостей багатогранного процесу формування стійких ідеологічних уявлень, організовану у сукупну систему ідей у формі соціально-економічних моделей, постанов, гасл, програмних та директивних документів політичних партій, історико-філософських концепцій.

Національна ідеологія є невід'ємною частиною суспільної структури та обов'язковим елементом функціонування держави. Світовий досвід показує, що жодна держава не відмовилася від проблеми створення своєї національної ідеології, тому що для створення, здійснення корінних змін і перетворень у країні завжди потрібні люди, які прихильні до концепції, ідеалу, думки, що висувається.

Актуальність формування державної ідеології в Україні є незаперечною, оскільки вона дає уявлення населенню про спрямування руху суспільства та держави, про сенс держави, оскільки передбачає формування загальних засад існування держави, її політики, що поділяються більшістю даного суспільства. Для всього суспільства важливо знати: хто ми, навіщо ми, куди йдемо? Тільки маючи відповіді, може бути сформульований конкретний образ найближчого майбутнього та віддаленої перспективи. Національна ідеологія стає рушійною силою у суспільному розвитку, постає як інструмент політичної мобілізації суспільства.

Актуальність досліджуваної теми обумовлюється ще й тим, що проблема досліджується майже усіма напрямками гуманітарних наук, тому

об'єктом дослідження є широкий загальний питань, які розглядаються. Не претендуючи на повний аналіз значного загалу наукових досліджень, зосередимося на проблемі ролі історії та культури в процесі формування національної ідеології.

В українській історіографії проблеми формування національної ідеології знайшли відображення у працях відомих вчених В. Андрущенко [1], М. Амосова [2], І. Гавриленка [3], М. Козирєва [4], Т. Турчиної [5], В. Примуша [6]. В працях названих авторів процес формування ідеології розглядається з позиції, що державотворча ідеологія має право на існування і має бути важливою складовою суспільно-політичного і соціально-економічного дискурсу.

В іншому напрямку проблему розглядає В. Примуш. Його дослідження присвячено вивченню сучасних тенденцій в українському партійному будівництві крізь призму політичної ідеології. Робиться висновок, що ідеологічний спектр українських партій демонструє ознаки розмитості, неузгодженості, протиріччя фундаментальних ідей і виступає ситуативним, необов'язковим явищем. Увага автору акцентується на тенденціях розвитку українських політичних партій, які все більше відхиляються від ідеологічного спектра й тим самим перетворюються у політичні сили «сьогодення» без перспективного плану розвитку на майбутнє.

В науковій літературі, на сьогодні, не існує єдиної точки зору на проблему, що розглядається. Серед широкого загалу вчених спостерігаються інші точки зору, розбіжності щодо розуміння категорії “ідеологія”. Так наприклад, виражену точку зору висловив відомий вчений М. Амосов, який писав: “Чи потрібна державі ідеологія? Багато хто зараз сумнівається, говорять – плюралізм думок. Я вважаю – необхідна. Ідеологія визначає державний устрій, і громадяни повинні вірити, що він справедливий. У крайньому випадку - в основному. Інакше - як жити? Для будь-якої діяльності людина визначає мету. Мета всього народу - це і є ідеологія суспільства, розписана в законах. Без ідеї не буде єдності народу, а отже й прогресу в матеріальній і духовній сферах” [2, с.1]. Подібної точки зору дотримуються й Є. Головаха і В. Пухляк, які ще в середині 90-х років ХХ ст. наголошували, що: “Слід зрозуміти, що нормальна держава не може існувати без ідеології та ідеологічних інститутів, метою яких є відтворення цієї ідеології в масовій та індивідуальній свідомості. Для сучасного суспільства єдиною ідеологією, здатною забезпечити стабільність держави й достатній рівень матеріального і духовного життя людини, є демократична система цінностей, яка базується на політичному плюралізмі, вільній ринковій економіці й рівності громадян перед законом” [7, с. 26-29].

Виклад основного матеріалу дослідження.

Протягом тривалого часу у багатьох країнах світу триває розробка моделі освіти ХХІ ст. На основі досліджень вчені приходять до висновку, що вища школа має готувати висококваліфікованих фахівців, які вміють вирішувати професійні завдання на рівні останніх досягнень світової науки і

техніки і водночас стати інтелектуалами, в українській традиції - інтелігентами, тобто культурними, духовно багатими людьми, які професійно займаються творчою розумовою працею, розвитком та поширенням культурної спадщини.

Необхідність оволодіння такими якостями стосується молодих фахівців як гуманітарного, так і природного профілю. Людина, яка засвоїла лише вузькопрофесійні знання та навички, може бути лише ремісником. Без оволодіння досягненнями людства в духовній галузі її неможливо вважати інтелектуальною, культурною людиною, носієм не тільки професійних навичок, а й провідником національної ідеології. Важливо зауважити, що у розвинутих країнах ЄС на гуманітарну підготовку студентів відводиться до 25 відсотків навчального часу.

Гуманітарна підготовка здійснюється за рахунок системного підбору гуманітарних дисциплін, які відповідають інтересам як особистості, так і суспільства. Студенти повинні отримати досить повне уявлення про історію і культуру своєї країни, історію філософії, економічну теорію, соціологію, політологію, психологію, культурологію.

Однак ці знання повинні спиратися на міцне історичне підґрунтя, оскільки без зібраного та узагальненого істориками фактичного матеріалу вивчення вищезгаданих наук стає безпредметним. Не применшуючи їхньої ролі в гуманітарній освіті студентів, підкреслимо, що в сучасних умовах значення вивчення історії та культури України стає актуальною темою патріотичного виховання майбутніх кадрів промисловості, громадян суспільства.

Аксіоматичним є твердження, що кожен громадянин повинен знати історію своєї Батьківщини, її культурну спадщину, життя та справи своїх батьків, дідів та прадідів.

Засвоєння історичного досвіду, знань та методів мислення, вироблених попередніми поколіннями, дозволяє на цій основі спрямовувати всю практичну діяльність сьогодення. Наше минуле — це наша інтелектуальна власність, з якою треба поводитися так само дбайливо, як і з матеріальною. Історія - це людське життя, яке вже закінчилося, його вже ніхто і ніколи не поверне і не переробить. В Україні була своя складна, суперечлива, героїчна та драматична, самотня, не схожа на інші країни, історія. Але, незважаючи ні на що, Україна зробила гідний внесок у світову культуру та цивілізацію.

Відомий історик В.О. Ключевський відзначав про історію як науку: «У науковій мові слово “історія” вживається в подвійному значенні: по-перше, як рух у часі, процес, і по-друге, як пізнання процесу. Тому все, що відбувається у часі, має власну історію. Змістом історії, як окремої науки, спеціальної галузі наукового знання, служить історичний процес, тобто хід, умови та успіхи людського гуртожитку або життя людства в її розвитку та результатах»[8, с.14].

У ході поступального розвитку історії йшов процес вдосконалення матеріального виробництва, змінювався та ускладнювався політичний устрій

суспільства, його соціальна структура, розвивалися наука та культура, історія все більше набирала значення в процесі формування державницької ідеології. З розвитком суспільства розвивалася історія як наука, вбираючи у собі досвід багатьох людських поколінь, розширювався і збагачувався її зміст, відбувався процес дедалі більшого накопичення знань, її теоретичний доробок в формування національної ідеології.

Досліджуючи процес становлення національної ідеології, з'ясуємо що взагалі розуміється під цією категорією. В науковому середовищі “ідеологія” - це сукупність суспільних уявлень, ідей, цінностей, теорій, поглядів, які відображають дійсність з погляду інтересів окремих суспільних груп і спрямовані на утвердження або зміну наявних суспільних відносин. Поняття “ідеологія”, як вчення про ідеї, увів до наукового обігу французький вчений Дестют де Трасі (1754–1836), він розглядав ідеологію, як науку про закони походження людських ідей з почуттєвого досвіду, на головних принципах якої повинні ґрунтуватися політика, етика тощо. Політична ідеологія виникає із суспільної потреби в узгодженні суттєвих інтересів кожного класу і соціальної групи з інтересами інших класів і соціальних груп з погляду їх боротьби за державну владу або інших форм участі у справах держави.

Ідеологія пов'язана із легальністю влади. Ідеї, що знаходять підтримку у населення, підвищують її легітимність та легітимацію, посилює державну владу, а отже, збільшують ефективність суспільних та державних перетворень. Ідеологія – це засіб поєднання нації, без якого держава розвалюється, втрачає монолітність. Тому жодна держава тривалий період не може існувати та розбудовувати національну державність без ідеології.

Формування ідеології тісно пов'язане із системою освіти, засобами масової інформації, законодавством та спеціальними державними програмами. Особлива роль у цьому належить циклу гуманітарних дисциплін, що займаються вивченням української історії, літератури, національної мови, культури загалом. Однак ці знання повинні спиратися на міцну історичну підготовку, оскільки без зібраного та узагальненого істориками фактичного матеріалу вивчення вищезгаданих наук стає безпредметним. Не применшуючи їхньої ролі в гуманітарній освіті молоді, підкреслимо, що в сучасних умовах військового протистояння, загрози глобального військового протистояння, значення вивчення вітчизняної історії та культури має не аби яке значення.

У зв'язку з цим показовими та повчальними можуть бути приклади з європейської історії. Так, у середині XIX століття в Греції в період дискусії про те, яким має бути політичний устрій країни після обмеження абсолютної влади короля, була проголошена “велика ідея”, яка включала необхідність консолідації всієї нації та історичну місію Греції, як посередника між Заходом і Сходом. “Велика ідея” зберегла своє значення до теперішнього часу. Вона входить у програми різних політичних партій Греції, хоча за півтора століття ця ідея збагачувалась і продовжує наповнюватися новим змістом.

Наступний приклад. Особливий шлях розвитку обрала Німеччина. Розуміючи величезну роль національного чинника, прусська влада приділила

велику увагу популяризації ідей, що його формують. Як зазначав один із творців єдиної Німеччини О. фон Бісмарк: “Національне майбутнє у Німеччині значною мірою перебуває в руках німецьких вчителів. Школа багато сприяла створенню національних установ і є, як і офіцерський корпус спеціально німецьким виробництвом... Хто володіє школою, у того в руках майбутнє”. Подібне ставлення до національної ідеології, як основи існування держави, а також освіти, як головного провідника цієї ідеології, зберіглося у Німеччині та в наступні періоди історії. Як результат - відродження Німеччини, яка після крутих поворотів її історичного шляху у ХХ ст. знову набула статусу одного з лідерів світової спільноти.

Ще приклад з історії Західної Європи. Він стосується країни із давніми демократичними традиціями, а саме Франції, де виникла подібна ситуація із національною державною ідеологією. Тут особливу увагу прищеплення цієї ідеології приділялося, перш за все, національній історії. “Народ, який не займається вивченням своєї історії, - це народ, який втрачає свою ідентичність” - ці слова належать президенту Франції Ф. Міттерану. Загалом у цій країні проблема викладання національної історії відноситься до сфери підвищеної уваги з боку урядових кіл. Національна історія є головним інструментом формування ідеологічних переконань молодих громадян держави, більше того, проблема виноситься на обговорення уряду.

Отже, ідеологія потрібна як державі, так і населенню. Ідеологія не просто сукупність певних ідей. Це - система погляду на світ, суспільство та людину, державу та людину, система визначає ту чи іншу ціннісну орієнтацію та лінію поведінки. Її відсутність веде до втрати координат, що дозволяють людині орієнтуватися у суспільстві, і, як наслідок, соціальна реальність для деяких виявляється позбавленою сенсу, а майбутнє виглядає невизначено.

З огляду на попереднє, проблема формування національної державної ідеології визначається як вкрай важливою, особливо враховуючи той факт, що Україна нещодавно відродила свою державну незалежність і перебуває в процесі формування державних інститутів, у тому числі й у сфері державної ідеології.

На сучасному етапі українське суспільство не отримало від держави програми національної ідеології, що суттєво суперечить процесу структуризації самого суспільства. Більше того, це значною мірою не сприяє завершенню переходу суспільства від радянського світогляду до нового, який би відображав сучасні політичні та соціально-економічні реалії.

Саме тому для завершення процесів трансформації суспільства тоталітарного до суспільства демократичного, незалежного, а також з метою недопущення заповнення ідеологічного вакууму України державними доктринами інших держав, необхідно зайнятися ґрунтовною розробкою та пропагандою власної державної ідеології, заснованої на національних історичних цінностях української нації. Таким чином, створення та розповсюдження державної ідеології не лише забезпечить надійний фундамент для існування незалежної України, а й сприяє нормальному розвитку громадянського суспільства.

Визначальну роль цьому процесі, як зазначалося вище, грає становлення та розвитку національної історичної культури. Історична культура – синтетичне поняття, що включає у собі як сукупність знань, ідей і поглядів на історичний процес, а й істотно визначає систему світоглядних цінностей і орієнтацій людини у розумінні минулого, сьогодення та майбутнього. Основою історичної культури є історична свідомість.

Стан розробки цієї проблеми в Україні має свою специфіку. Починаючи з періоду Київської Русі, представниками політичної еліти було розроблено основи державної ідеології, які були викладені у низці творів.

У наступний період історії Україна була позбавлена своєї національної державної ідеології через відсутність держави. Винятком був період середини XVII ст., коли було створено програму національного державного будівництва, проте вона так і не була повною мірою реалізована у Гетьманщині через сильну протидію зовнішніх сил. Не вдалося виробити національну державну ідеологію і під час визвольних подій 1917-1921 років. Внаслідок цього Україна, незважаючи на надану історією можливість, не змогла зберегти державну незалежність.

Наприкінці XX ст. історія знову дала Україні шанс на відродження своєї державності. Тому, щоб не втратити свій шанс, сучасні українські політики мають враховувати сумний досвід своїх попередників та усвідомити, що без створення державної ідеології, заснованої на національних засадах та традиціях, збудувати сучасне демократичне суспільство неможливо.

Понад сорока років пройшло з тієї знаменної дати, коли Україна виборола незалежність, але і сьогодні ми продовжуємо виборювати цю незалежність. Країна багато разів вражала світ своїми досягненнями - в економіці, спорті, культурі, науці, сільському господарстві та інших галузях. Тому боротьба за історичну пам'ять, за свою національну ідеологію стала вагомим складовим процесом українського національного становлення під тиском різноманітних історіографічних доктрин, які формувалися і продовжують формуватися протягом кількох століть і останнього часу.

Висновок. Відрадною нині є те, що теперішнє керівництво нашої країни зрозуміло вирішальне значення вищих духовних цінностей для національного розвитку і намагається програми своєї діяльності розробляти й здійснювати в їх руслі. Ми бачимо Україну, - говориться у Програмі діяльності КМ України, - сильною, процвітаючою державою, державою громадянського миру і справедливості, єдиною, соборною, багатою і незалежною. Державою, яку шанують і поважають. Державою, про яку мріяли наші діди та прадіди. Державою, яка відкрила очі людям усього світу на істинні цінності людського буття. У наведеній витримці визначено фактично стратегічну мету національного розвитку, перераховано основні суспільні цінності, на реалізації яких повинен зосередитися український народ. Проте їх виклад не є системним і достатньою мірою теоретично обміркованим. Дається взнаки відсутність теоретично обґрунтованої, цілісної концепції ідеології національного самоствердження. Знову українська політика йде попереду теорії. "Криза

ідентичності”, про яку писали дослідники в минулі роки, на жаль, не подолана й сьогодні, “... а головні підстави нової ідентичності значною мірою мають еклектичний, мозаїчний характер”. Наше суспільство зрозуміло, яку ідеологію йому потрібно. Тепер завдання полягає в тому, щоб створити її як науково обгрунтовану систему знань та цінностей, які однозначно орієнтували б громадян на чітко визначенні цілі суспільних перетворень і вказували б такі шляхи й засоби їх досягнення, які відповідали б практичним можливостям та вічним загальнолюдським гуманістичним цінностям.

Посилання

1. Амосов Н. М. Идеология для Украины / Николай Михайлович Амосов. – К.: DEMID, 1997. – 36 с.
2. Андрущенко В. П. Гуманітарна політика України в період утвердження незалежності / В. Андрущенко // Філософія політики : хрестоматія : у 4 т. – К., 2003. – Т. 4. – С. 317–336.
3. Гавриленко І. Ідеологічна ситуація в Україні. Ресурси соціальної взаємодії / І. Гавриленко // Віче. – 1997. – № 4. – С. 3–13.
4. Козирєв М. П. Політична психологія: навч. посібник / М. П. Козирєв. – Львів: ЛьвДУВС, 2018. – 648 с. С.91.
5. Турчина Т.В. Формування наукового світогляду вищих навчальних закладів //Матеріали VIII Міжнародної наук.-практ. Конференції, 17-25 січня 2012 р., м.Софія. Педагогічні науки. – 2018. – Т.13. – С.29-33.
6. Примуш В.М. Специфіка формування ідеології українських політичних партій на сучасному етапі їх розвитку
7. Головаха Є. Політична соціалізація в посткомуністичній країні. Є. Головаха, В. Пухляк // Політична думка. - 1994. - №2. – С. 26 – 29.
8. Ключевський В.О. Соч. в 8-ми т. Т.І. Курс російської історії. Ч.1. - М., 1956. - С. 14).

ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ: РОЛЬ ТА ПЕРЕВАГИ ВИБІРКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН

*Доц., канд. мед. наук Н.Г. Лотиш, доц., канд. мед. наук Л.І. Сеньківська,
доц., канд. мед. наук Т.Ю. Кравченко, доц., канд. мед. наук Р.М. Папінко,
асист., доктор філософії Д.В. Усенко*

Одеський національний медичний університет, м. Одеса, Україна

Вступ. В даний час, незважаючи на суттєві перепони та труднощі у всіх галузях науки (війна в країні), кожен здобувач вищої медичної освіти має право персонально обрати із загально університетського та фахового Каталогів вибіркові навчальні дисципліни (ВНД) і створити власний

індивідуальний освітній напрямок розвитку. Індивідуалізація навчального процесу в медичній освіті визначається як ключовий аспект розвитку здобувацької особистості –персоналізація навчання через розробку та впровадження ВНД [1].

Сьогодні головним завданням вищої медичної освіти є впровадження компетентнісного підходу у фахову підготовку майбутніх спеціалістів, що полягає не тільки у формуванні професійних знань та навиків, але і підготовку сучасного, вмотивованого компетентного лікаря, який глибоко усвідомлює свою надважливу роль у соціумі [4]. Причина використання компетентнісного підходу в навчанні – є необхідність у зменшенні відстані між ринком праці та освітою та можливість для здобувачів-медиків отримати необхідні навички для подальшої праці в цій сфері [5].

Вибіркові навчальні дисципліни – це дисципліни, які пропонуються закладом вищої медичної освіти для більш оптимального задоволення освітніх і кваліфікаційних вимог особи для власного особистісного та професійного розвитку, потреб суспільства та держави, ефективнішого використання можливостей закладу освіти. Обрання ВНД здобувачами вищої медичної освіти із університетських Каталогів проводиться на засадах прозорості та доброчесності.

Роль вибірових навчальних дисциплін

Індивідуалізація навчання в медичній освіті означає перехід від загальних програм до ВНД, де здобувачі мають можливість обирати предмети відповідно до своїх інтересів та майбутніх кар'єрних напрямків. Це сприяє більш глибокому зануренню у конкретну галузь медицини та формуванню спеціалізованих навичок.

Вибіркові дисципліни відкривають перед здобувачами широкі можливості для вивчення конкретних медичних аспектів, що відповідають їхнім індивідуальним уподобанням та майбутнім професійним цілям. Вони також стимулюють розвиток критичного мислення та творчих здібностей, важливих у надзвичайно динамічному медичному середовищі.

Навчальні дисципліни за вибором здобувача – це дисципліни, які вводяться вищим навчальним закладом для більш повного задоволення освітніх і кваліфікаційних вимог особи для потреб суспільства, ефективнішого використання можливостей закладу освіти, врахування регіональних особливостей [2].

ВНД професійної та практичної підготовки надають можливість здійснення поглибленої підготовки за спеціальностями та спеціалізаціями, що визначають характер майбутньої діяльності; сприяють академічній мобільності здобувача та його особистим інтересам, дозволяють здійснювати впровадження спеціалізацій у межах базової спеціальності з метою формування компетентності здобувача відповідно до вимог ринку праці.

Ключова роль ВНД в такому контексті особливо важлива, оскільки вони дозволяють здобувачам самостійно визначати свій освітній шлях, свою траєкторію розвитку та поглиблювати, удосконалювати знання в обраній

сфері. Переваги цього підходу включають адаптацію навчання до індивідуальних потреб, розвиток критичного мислення та творчих здібностей, а також створення умов для професійної самореалізації. Вибіркові дисципліни сприяють формуванню навичок/компетентностей, які необхідні для сучасної практичної медицини, тим самим освітній процес є більш ефективним, результативним та насиченим для майбутніх лікарів. Зацікавленість здобувачів до ВНД та успішність їх навчання підтримується викладачами за допомогою сучасних педагогічних методів та прийомів, шляхом створення сприятливого для навчання середовища [3].

На кафедрі педіатрії Одеського національного медичного університету здобувачам 5 та 6 курсів медичного факультету запропоновано декілька ВНД, які сприяють розвитку як клінічного мислення щодо пацієнта, так і опрацювання практичних навичок/компетентностей. Серед всіх ВНД особливе місце займають дисципліни спрямовані на надання невідкладної медичної допомоги дітям з різних розділів педіатрії (неонатології, пульмонології, кардіології, гастроентерології, нефрології, ендокринології та ін.). Вивчення кожної окремої дисципліни сприяє, насамперед, формуванню у здобувачів чіткого уявлення про сучасні можливості надання невідкладної допомоги в педіатричній практиці на різних етапах (догоспітальний, госпітальний) та уявляє собою перелік діагностичних, тактичних і терапевтичних дій здобувача, відтворених як теоретичною відповіддю так і відпрацюванням певного алгоритму щодо виконання навички. При складанні робочих програм вибіркового дисциплін особлива увага приділялась обов'язковим та професійним компетентностям здобувачів вищої освіти.

Практичні заняття із вибіркової дисципліни «Критичні стани в неонатології» обсягом 30 годин проводяться на базі Одеської обласної дитячої клінічної лікарні ООР з урахуванням спеціалізованих відділень та у кабінетах кафедри педіатрії. Останні обладнані персональними комп'ютерами, інтерактивним мультимедійним проектором, програмним забезпеченням, презентаціями, а також сучасними муляжними тренажерами. Навчальні набори ляльок, інструментів, приладів, лікарських засобів та інших медичних матеріалів представлені відповідно до алгоритму виконання практичної навички і тим самим сприяють здобуттю оволодіння технікою інтубації трахеї, штучної вентиляції легень за допомогою мішка, маски та ендотрахеальної трубки, санації верхніх дихальних шляхів, катетеризації пупкової вени, проведення пульсоксиметрії та ін.

Відповідні практичні дії здобувачі безпосередньо відпрацьовують наживо на манекенах, опрацьовуючи кожен навик окремо до автоматизму. Деякі навички можна виконувати одночасно двом здобувачам і один серед них виконує роль «диригента».

З метою покращання та підвищення середньої поточної оцінки та рейтингового балу навчальною програмою дисципліни здобувачам надається можливість виконання індивідуальної самостійної роботи шляхом підготовки реферативної доповіді з мультимедійною презентацією та виступом на

практичному занятті за відповідною темою, а також формування комплектів даних рентгенограм, ультразвукового дослідження (УЗД), нейросонографії (НСГ), електрокардіографії (ЕКГ) та ін.

Ще хочеться звернути увагу на зацікавленість здобувачами ВНД «Основи вакцинопрофілактики в педіатрії», яка набуває особливої значущості, враховуючи пандемію COVID-19 та воєнний час, коли підвищується ризик розвитку і поширення інфекційних хвороб. Особливо вразливі до них діти і дорослі, які мають прогалини у графіку щеплень або не імунізовані взагалі.

Предметом вивчення ВНД «Основи вакцинопрофілактики в педіатрії» є основні принципи організації процесу вакцинопрофілактики у медичних закладах у дітей різних вікових груп; медичні покази та протипокази до вакцинації; вакцинація дітей із порушенням стану здоров'я та при особливих станах; можливі побічні реакції та несприятливі події після вакцинації.

Загальний навчальний обсяг ВНД складається з двох змістових модулів: змістовий модуль № 1 (Загальні принципи організації вакцинопрофілактики) та змістовий модуль №2 (Основні питання щодо організації вакцинопрофілактики окремих інфекційних захворювань та особливості вакцинації окремих груп населення).

Для впровадження та поглибленого вивчення такої ВНД співробітниками кафедри підготовлено матеріально-технічне забезпечення, а саме:

- 1) матеріали контролю базової підготовки здобувачів:
 - тестові завдання;
 - 2) матеріали для методичного забезпечення основного етапу заняття:
 - клінічні кейси з вакцинації;
 - набори результатів лабораторних методів дослідження;
 - індивідуальна робота здобувача (підготовка презентаційної роботи на вибір здобувача);
 - 3) матеріали для заключного етапу заняття:
 - набір тестових завдань, ситуаційних задач III рівня, набори параклінічних методів дослідження;
 - 4) матеріали для методичного забезпечення самопідготовки здобувачів:
 - методичні рекомендації для здобувачів.
- Очікувані результати навчання для дисципліни:
- Здобувач має знати:*
- історію вакцинопрофілактики;
 - основні законодавчі акти, які регламентують проведення вакцинопрофілактики, права та обов'язки громадян та держави;
 - організацію процесу вакцинації у медичних закладах, нормативно – правову документацію;
 - імунологічні основи вакцинації;

- класифікацію вакцин, види та склад вакцин, характеристику різних компонентів, що входять до складу вакцин, показання та протипоказання до застосування;

- правила зберігання та транспортування вакцин;
- принципи вакцинації окремих груп населення: діти з хронічною патологією, діти з інфекційною патологією, діти з імунodefіцитами, вагітні та жінки, що годують грудьми;
- поствакцинальні ускладнення та небажані реакції.

Здобувач має вміти:

- провести огляд пацієнта перед вакцинацією, виявити можливі проти покази;

- скласти індивідуальний графік вакцинації за віком, а також у разі порушення Календаря щеплень;

- вміти надавати інформацію пацієнту щодо інфекційного захворювання проти якого відбувається вакцинація, щодо дій після вакцинації, можливих реакціях, строках виникнення та діях пацієнта у разі виникнення небажаних реакцій;

- вміти виявляти симптоми несприятливих подій у поствакцинальному періоді, провести диференційну діагностику та надати відповідну допомогу;

- вміти надати екстрену медичну допомогу у разі виникнення гострих алергічних реакцій;

- вміти аргументовано відповідати на запитання пацієнтів щодо вакцинопрофілактики, ризиків та переваг.

Переваги індивідуалізації навчання в медичній освіті

1. Адаптація до індивідуальних потреб: ВНД дозволяють здобувачам пристосувати свою освітню програму до власних індивідуальних потреб і темпу навчання.

2. Розвиток спеціалізованих навичок: здобувачі отримують можливість поглиблено вивчати обрані області, розвиваючи спеціалізовані навички, які є ключовими в їхній майбутній практиці.

3. Стимулювання мотивації: ВНД сприяють виникненню більшої мотивації до навчання, оскільки здобувачі самі обирають те, що їх цікавить.

4. Готовність до сучасної медицини: індивідуалізація навчання дозволяє здобувачам вибирати та вивчати сучасні та актуальні аспекти медицини, підготовлюючи їх до викликів медичної практичної діяльності.

Висновок

В теперішній час індивідуалізація навчального процесу через розробку і впровадження ВНД в медичному закладі (а саме у здобувачів 5 і 6 курсів медичного факультету) відображає сучасні актуальні тенденції у вищій освіті, є необхідною умовою щодо підготовки кваліфікованих медичних спеціалістів. Такий різнобічний підхід дозволяє здобувачам отримувати фахову освіту, формувати персоналізовану унікальну медичну ідентичність та впевнено залучатись до світу сучасної медицини.

Посилання

1. Атаманчук О.В. Особливості викладання вибіркокових дисциплін кафедрою гістології, цитології та ембріології ІНМУ. //Актуальні проблеми сучасної медицини. Том 22, Випуск 1 (77).С. 146-150.
2. Aleksyeyeva N, Vorontsova Z, Shyshkina V, et al. Osobennosti prepodavaniya elektivnykh distsiplin na morfologicheskikh kafedрах VGMU im N.N. Burdenko [Features of teaching elective disciplines at the morphological departments of VSMU named after N.N. Burdenko]. Forcipe. 2021; 3(1):18-21.
3. Терещенко Н.Ю., Малишевська Г.І, Токменко І.І., Яніцька Л.В. Освітний простір вибіркової дисципліни під час воєнного стану. Theoretical and empirical scientific research: concept and trends. 2022, 107-110.
4. Х.В. Левандовська. Формування професійної компетентності у студентів-медиків в умовах дистанційного навчання. Буковинський медичний вісник. 2022. Т. 26, № 4 (104). С.82-88.
5. Батюк ЛВ, Жерновникова ОА. Формування професійної компетентності студента медичного університету при вивченні медико-біологічних дисциплін.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З ГЕОМЕТРИЧНОЇ ОПТИКИ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

*Старший викладач О.С. Мілютіна¹, старший викладач Р.О. Таранова¹, канд.
біол. наук О.А. Каплун¹, методист Н.Б. Годована¹,
викладач І.О. Погоріла²*

**¹ВСП Харківський фаховий коледж інформаційних технологій
Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»**

²Комунальний заклад «Харківський ліцей № 6 Харківської міської ради»

Успішна взаємодія людини з природою та суспільством визначена у вимогах нового Державного стандарту базової середньої освіти, відповідно до якого пріоритетною виступає здатність особистості застосовувати набуті знання в різноманітних життєвих ситуаціях. Реалізація цих вимог в умовах змішаного навчання стає серйозним викликом для педагогічних працівників. Онлайн-сервіси не можуть цілком задовольнити освітні потреби у формуванні практичних навичок та вмінь, а викладачам природничих наук, як правило, не вистачає для цього експериментальної бази. Одним із способів розв'язання цієї проблеми є створення бази простих дослідів, які учні можуть виконувати самостійно в домашніх умовах.

Запропоновані дослід з геометричної оптики можуть бути корисними під час вивчення фізики не тільки, але й інших природничих наук: хімії,

біології, географії, тощо. Ці експерименти не потребують особливих інструментів, для них достатньо взяти такі прості речі, як ліхтарик, лінійку, ємність з водою, дзеркало, лист паперу, лазерна указка та смартфон.

У викладанні фізики існує така річ, як історичний підхід. Оскільки фізика – наука експериментальна, то досліди, що привели вчених до відкриття фізичних законів, мають бути цікавими для учнів та студентів. Так, для дослідження заломлення світла давньогрецький вчений Клавдій Птолемей зробив прилад, що нагадує циферблат годинника з двома «стрілками» (пластинка, до центру якої закріплені планки А і Б). Він занурював «циферблат» до середини у воду, повертав верхню планку, доки не здавалося, що стрілки утворюють пряму лінію і вимірював кути падіння та заломлення. Цей дослід нагадує демонстрацію «зламаний олівець у воді»; його просто відтворити і виміряти відповідні кути.

Наступні досліди дозволяють дослідити таке цікаве явище, як повне внутрішнє відбиття світла. Експеримент з олівцями в порожньому стакані і в стакані з водою (рисунок 1.1) дає можливість спостерігати це явище. У випадку, коли людина дивиться згори, кут падіння буде більше критичного і задня стінка стакану перетворюється на дзеркало. Хід променів зручно пояснити за допомогою інтерактивних симуляцій PhET [1] (рисунок 1.2). Таке моделювання дозволяє не просто отримати якісну картинку, але й провести вимірювання кутів, наприклад, критичного кута повного внутрішнього заломлення для середовища з конкретним показником заломлення. Крім того, симуляції дозволяють відтворити модель як у вигляді променів, так і у вигляді хвиль. В останньому випадку добре видно, як змінюється інтенсивність відбитого та заломленого променів під час зміни кута падіння. Це можна не лише побачити, але й виміряти за допомогою спеціального інструменту.

Досить невеликої ємності з водою (рисунок 1.5), і можна спостерігати, як лазерний промінь відбивається від її поверхні. Це – модель оптичного хвильоводу (оптоволокна). Для цього досліду доцільно скористатися акваріумом, бокалом і навіть простою прозорою пляшкою. Такий самий хвильовід можна виготовити і з желатину (рисунок 1.3).

Моделювання оптичного волокна можна також здійснити, виготовивши зі звичайної пластикової пляшки «світовий фонтан» (рисунок 1.4). В цьому досліді спостерігають розповсюдження променю світла в струменях води, що витікають через отвори різних діаметрів (в нашому випадку – 2 і 4 мм). Тонкого струменю завдяки явищу повного внутрішнього відбиття світла взагалі не видно, доки він не розбивається на окремі краплі. Товстіший струмінь трохи світиться, тому що серед кутів падіння променів на його поверхню є менші за критичний кут. Вони заломлюються і виходять назовні (аналогічно розповсюдженню мод в ступінчастому оптоволокну). Можна спостерігати, що світіння струменя води залежить не лише від його товщини, але й від кута, під яким в нього входить світло.

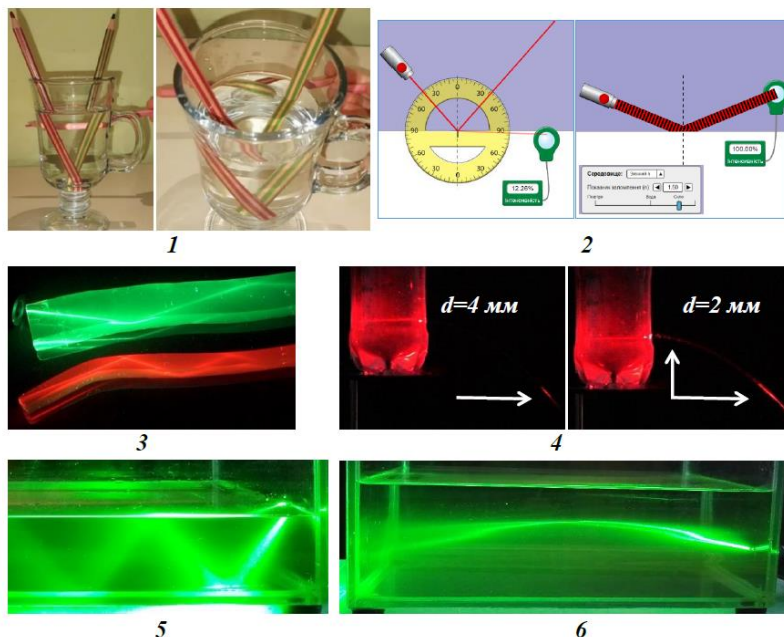


Рисунок 1 Дослідження явища повного внутрішнього відбивання світла

1 – досліди з олівцями у прозорому стакані; 2 – моделювання явища за допомогою симуляцій PhET; 3 – утворення хвильоводу в желатині; 4 – «світловий фонтан»; 5 – утворення хвильоводу в акваріумі; 6 – моделювання градієнтного оптоволоконна

І, нарешті, за допомогою цукрового сиропу і можна отримати рідину, в якій показник заломлення змінюється з висотою. Для цього потрібно на густий сироп (40 – 50 %) обережно налити теплу воду. За рахунок того, що їхні щільності відрізняються, майже весь сироп залишиться внизу. Лазерний промінь в цій рідині буде мати криволінійну траєкторію (рисунок 1.6). Цей дослід можна використати для пояснення таких явищ, як рефракція, утворення марева і передачу сигналу градієнтним оптоволоконком. Для цього досліду не обов'язково брати велику ємність, досить маленької пляшки або склянки.

Всі ці досліди можуть бути використані не тільки для вивчення теми геометрична оптика на заняттях з фізики. Зрозуміло, що моделювання фізичних процесів, які відбуваються в оптоволокну, доцільно використовувати під час вивчення інформатики та інших дисциплін, пов'язаних з ІКТ [2]. Крім того, за допомогою вимірювань показника заломлення визначають фізичні та хімічні параметри речовин, перевіряють якість продуктів та лікарських препаратів. Деякі медичні аналізи (визначення білка у сироватці крові, щільності сечі) також проводять за допомогою рефрактометрів. Офтальмологи визначають заломлюючу силу ока людини для діагностики таких захворювань, як короткозорість, далекозорість та астигматизм. А рефракція «працює» не тільки в оптичному волокну, за допомогою цього явища може бути описана велика кількість атмосферних явищ, таких, як марево, «зелений промінь» тощо. Тому наведені досліди можуть стати у пригоді також викладачам таких дисциплін, як хімія, біологія і географія.

Явище заломлення світла тісно пов'язано з дисперсією світла. Одним з найвідоміших дослідів, пов'язаним з цим явищем, є дослід Ньютона, який за допомогою призми розклав сонячне світло на сім різних кольорів. Цей дослід можна повторити за допомогою невеликої ємності з водою, дзеркала і ліхтарика. За допомогою дзеркала треба утворити водяну призму і спрямувати на неї промінь світла (рисунок 2.1). На фотографії видно, що веселка утворилася не лише на екрані, тобто на стіні, але її зображення видно навіть у дзеркалі. Для отримання такого результату добре підходить також акваріум з водою. Його бічні кути також добре виконують роль призми.

Ідея наступного експерименту належить професору ХНУ ім. Каразіна Я. Є. Гегузіну. В своїй книзі «Крапля» [3] він запропонував зробити в екрані маленький отвір, за ним розташувати джерело світла, а перед ним – сферичну колбу з водою. Екран можна виготовити з простого листа паперу, а в якості джерела світла – будь-який світлодіодний ліхтарик. Оскільки не кожна людина має дома сферичну колбу, то для цього дослідів можна взяти якусь циліндричну посудину. Вона має бути невеликого діаметру, щоб поглинання світла було малим. Це може бути бокал, або навіть пластиковий стаканчик від зубочисток. На рисунку 2.2 наведені фотографії установки, дві отримані веселки та схеми, що пояснюють хід променів для обох веселок.

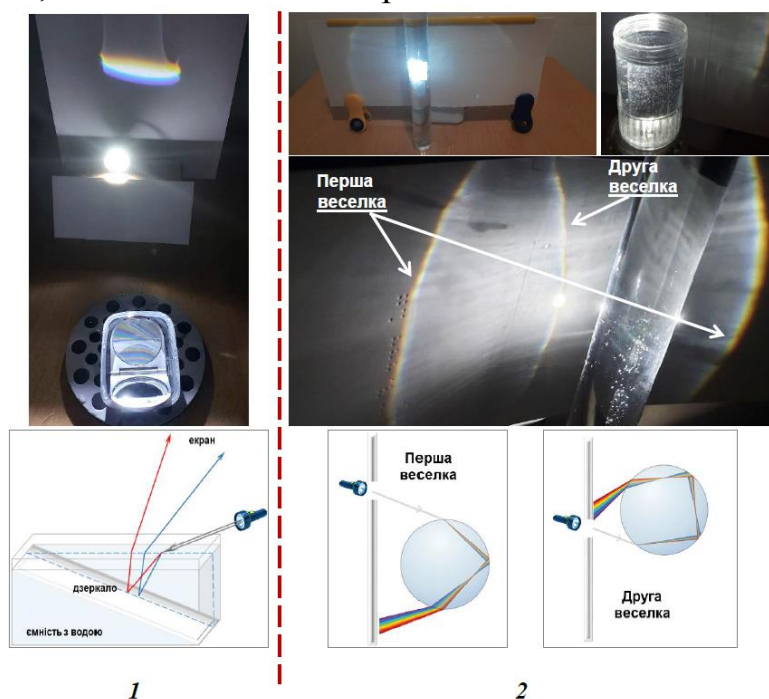


Рисунок 2 Домашні дослідів з дисперсії світла

1 – веселка, отримана за допомогою пластикового стаканчика або циліндричної колби;
2 – веселка, отримана за допомогою дзеркала та водяної призми.

Подальше дослідження явища дисперсії повертає нас знов до історії розвитку геометричної оптики. Закон заломлення світла був встановлений незалежно Виллебрордом Снеллом і Рене Декартом. Декарт, досліджуючи явище дисперсії, побудував хід десяти тисяч променів у краплі води і встановив, що максимальна інтенсивність відбитого променю відповідає куту

42°. Це кут між променем, що потрапляє на краплю і виходить з неї. Тому справжню цілу дугу веселки в небі можна побачити лише вранці та ввечері, коли сонце знаходиться не високо над горизонтом. За допомогою симуляцій PhET можна виміряти цей кут і побачити, чому саме на нього приходить максимальна інтенсивність відбитих променів (рисунок 3.1). Також PhET допоможе відтворити хід променів під час утворення першої, другої і багатьох інших веселок (рисунок 3.2 – 3.4). Таким чином, будь-які досліди з геометричної оптики корисно проводити у три етапи. Перший – це власне дослід. Другий – власні креслення і розрахунки. І третій – моделювання ходу променів за допомогою PhET.

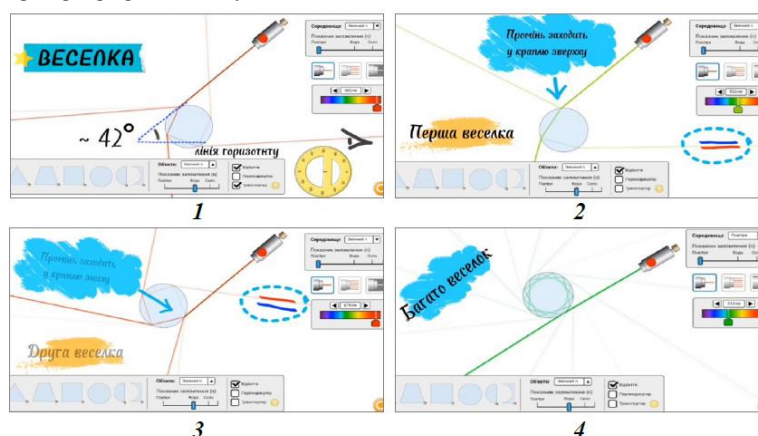


Рисунок 3 Дослідження веселки за допомогою PhET:

1 – вимірювання кута між променем, що падає на краплю і відбивається від неї; 2 – хід променів для першої веселки; 3 – хід променів для другої веселки; 4 – утворення багатьох веселок.

Проведені досліди, а також відеоролики [4] можуть бути використані для перегляду під час онлайн-уроків з подальшим обговоренням фізичних явищ і процесів, що були досліджені. Вони можуть бути використані викладачами як творчі, додаткові завдання для учнів, що цікавляться фізикою. Сподіваємося, що вони можуть надихнути когось до пошуково-дослідницьких роботи в цілому і сприятимуть підвищенню інтересу учнів до вивчення фізики та інших природничих дисциплін.

Посилання

1. Інтерактивні симуляції для природничих наук і математики PhET. Геометрична оптика. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://phet.colorado.edu/uk/simulations/geometric-optics-basics>
2. Годована Н. Б. Практикум «Фізика в телекомунікаціях» як складова частина STEM-освіти. / Н. Б. Годована, Т. О. Семенченко // Матеріали XIV Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» – Варна, Болгарія. – 2018. – С. 285–289.
3. Гегузин Я. Е. Капля. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://royallib.com/book/geguzin_yakov/kaplya.html
4. Домашній експеримент з геометричної оптики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://youtu.be/C2xLFWzFxZE>

ПРО ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ

*Доцент, канд. пед. наук Л.Й. Наконечна, аспірант Я.В. Наконечний
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла
Коцюбинського, м. Вінниця, Україна*

У сучасному світі інструменти на основі штучного інтелекту вже активно використовуються в усіх сферах життя. Освіта не є винятком. Навпаки, сфера освіти зазнає значних змін. Ці зміни пов'язані з розвитком цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту. Штучний інтелект (ШІ) все більше проникає в освітню систему і має значний потенціал для її трансформації. Він може використовуватися для розробки нових методів та технологій навчання, підвищення якості та ефективності навчання, для персоналізації освітнього процесу та створення індивідуальних навчальних траєкторій, для автоматизації рутинних завдань, підвищення ефективності моніторингу та планування освітнього процесу тощо.

До недавнього часу застосування ШІ в освіті не вважалося загрозою для традиційного освітнього процесу. Однак з появою генеративної моделі ChatGPT ситуація змінилася. ChatGPT — це безкоштовна програма, яка генерує оригінальний текст практично на будь-яку тему у відповідь на запит, включаючи статті, есе, жарти та навіть вірші, викликаючи занепокоєння щодо плагіату в різних галузях. Це може призвести до того, що учні та студенти почнуть використовувати ChatGPT для обману викладачів і отримання завищених оцінок.

Однією з реакцій на появу ChatGPT є заборона його використання в освіті. До цієї групи думок приєдналося керівництво деяких університетів, зокрема одного із найкращих університетів Франції, а саме Інституту політичних досліджень (Sciences Po) і Страсбурзького університету. Згідно з повідомленнями американських ЗМІ, ChatGPT уже заборонено в деяких державних школах Нью-Йорка та Сіетла, тоді як кілька американських університетів оголосили про плани зменшити кількість оцінок, які можна взяти додому, і збільшити кількість рукописних есе та усних іспитів. [5]

Однак є й інші думки щодо використання ChatGPT в освіті. Багато дослідників вважають, що ChatGPT не є загрозою для традиційної освіти, а лише змінює його форми і може бути використаний для позитивних цілей, таких як персоналізація навчання, розробка нових методів та технологій навчання, підвищення ефективності та полегшення моніторингу та планування освітнього процесу. До того ж ChatGPT може бути використаний для створення нових освітніх можливостей, таких як дистанційне навчання, персоналізація навчання та розвиток soft skills.

Експерти вважають, що появу ChatGPT можна розглядати як можливість для створення нової парадигми освіти, яка буде більш адаптивною до нових технологій та потреб сучасного світу. Очевидно, що використання ChatGPT в освіті вимагає переходу до більш гнучкої організації

навчального процесу, яка дозволить контролювати використання ChatGPT і запобігати академічному шахрайству. Зокрема варто змінити підходи до оцінки результатів навчання. Замість того, щоб оцінювати, хто саме створив текст, важливо оцінювати, як студент розуміє текст і може розмірковувати на задану тему. Варто зосередити увагу на виявленні рівня розвитку у студентів критичного мислення, вміння аналізувати та оцінювати інформацію, отриману з різних джерел, у тому числі з генеративних моделей ШІ; навчати студентів новим інструментам штучного інтелекту, щоб вони могли використовувати їх для творчості та вирішення проблем.

Ці навички будуть необхідні студентам у сучасному світі, де генеративні моделі ШІ стають все більш поширеними. Водночас дослідники вважають, що проблему академічного шахрайства, пов'язаного з використанням ChatGPT, можна вирішити за допомогою розробки нових технологій розпізнавання текстів, згенерованих ШІ. Ці технології повинні бути достатньо ефективними, щоб запобігти обману, але при цьому не обмежувати доступ учнів до джерел інформації.

Одним із прикладів таких технологій є цифровий сервіс GPTZero, який набирає популярність у викладачів з США та Європи. GPTZero використовує неймережі для виявлення ознак машинного тексту в досліджуваних документах. Крім того, компанія OpenAI, розробник ChatGPT, заявила про початок роботи над створенням засобів діагностики ознак машинного тексту у вигляді спеціальних водяних знаків. Ці водяні знаки будуть додаватись до текстів, згенерованих ChatGPT, і дозволять викладачам легко їх розпізнавати. [4]

Таким чином використання технологій розпізнавання текстів, згенерованих ШІ, може стати ефективним способом протидії академічному шахрайству, пов'язаному з використанням ChatGPT.

Сьогодні вчителі з різних країн намагаються активно залучати ШІ у свою роботу. Українські вчителі, попри війну, можуть користуватися інноваціями, про які говорить весь світ. І вже користуються. Команда Освітнього проєкту «На Урок» створила перший Персональний помічник вчителя на базі штучного інтелекту для освітян України.

Мала академія наук України та Projector Institute провели дослідження, щоб дізнатися, як штучний інтелект можна використовувати в шкільній освіті. До дослідження долучилися освітяни і учні з усіх регіонів України, окрім окупованих територій. Опитування показало, що більшість учителів (87%) знають про інструменти штучного інтелекту. Більше того, 69% опитаних учителів уже використовували хоча б один ШІ-інструмент. Половина з них мали позитивний досвід взаємодії з ШІ. Кожен другий учитель вважає, що ШІ змінить освітній процес у найближчі роки. Це означає, що ШІ може стати важливим інструментом для навчання в майбутньому. Більше третини вчителів України вже залучали учнів до використання штучного інтелекту в навчанні, а майже половина планують це зробити в майбутньому. Однак, третина опитаних не планують напряду радити учням використовувати ШІ.

На другому місці після ChatGPT за рівнем популярності серед учителів інструмент ШІ від проєкту «На Урок». Його знають 49% опитаних. Серед учнів цей сервіс знає 35%. І вчителі, й учні значно менше знають про інші відомі ШІ-продукти, такі як Grammarly, Bard Google, Midjourney, Notion AI та Stable Diffusion.

ШІ-сервіси стають все більш популярними серед українських школярів. За результатами опитування, 91% опитаних учнів знають про такі сервіси, а 85% хоча б раз їх використовували. При цьому третина учнів використовує ШІ-сервіси щотижня або частіше. Школярі використовують ШІ-сервіси для різноманітних цілей, включаючи підготовку домашнього завдання, виконання завдань на уроках. Наприклад, 6 із 10 учнів використовували ШІ-сервіси для підготовки домашнього завдання, а близько 40% зазначали, що використовували такі сервіси в роботі на уроках. [3]

Командою «На Урок» для освітян України розроблено потужний продукт на базі ШІ «Персональний помічник сучасного вчителя». Персональний помічник сучасного вчителя складається з набору інноваційних інструментів на основі штучного інтелекту, який дозволить оптимізувати щоденну роботу педагогів. Робоча область кожного окремого компонента має свої налаштування, а результат роботи Помічника може інтегруватися між різними майданчиками. До того ж він працює двома мовами (українською та англійською) як із текстом, так і з зображеннями, відео чи аудіо. Штучний інтелект за вказаним джерелом інформації створить тестові завдання з однією правильною відповіддю, згенерує текст для слайдів презентації, створить таблицю та флешкартки, запропонує перелік ідей для проєктної роботи на будь-яку тему, згенерує зображення у притаманному йому стилі за заданою темою, трансформує скан-копію чи фото сторінки в текст, який можна відредагувати, озвучить для вас вказаний текст, відтворить у текстовому форматі зміст відео за наданим посиланням, надасть відповіді щодо змісту YouTube-відео, створить симуляцію розмови із видатним діячем. Як бачимо Помічник покликаний значно полегшити процес підготовки учителя до уроку. [2]

У школах Сеула, столиці Південної Кореї, до процесу вивчення англійської мови планують залучити роботів зі штучним інтелектом. Передбачається, що вони будуть спілкуватися з учнями англійською мовою, а також пропонуватимуть індивідуальне навчання. Управління освіти також планує застосувати для навчання чат-боти, де учні зможуть самотужки обирати тему для розмови. Їх використовуватимуть для усного навчання, аудіювання, а також для спілкування з іноземними студентами. [1]

Загалом аналіз літератури показав, що науковим співтовариством остаточно не визначені наслідки впливу технологій штучного інтелекту на сферу освіти, водночас виявлені можливі перспективні напрямки його використання, а також його потенціал до ініціювання нових реформ у освіті. Прогнозованим є збільшення частки та розширення сфери використання технологій штучного інтелекту в освіті.

Посилання

1. Абрамова Анетт У школах Південної Кореї роботи допомагатимуть учити англійську мову [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hromadske.ua/posts/u-shkolah-pivdennoyi-koreyi-roboti-dopomagatimut-vchiti-anglijsku-movu>
2. Персональний помічник сучасного вчителя: новий інноваційний інструмент на основі ШІ від «На Урок» // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/post/personalniy-pomichnik-suchasnogo-vchitelya-noviy-innovatsiyniy-instrument-na-osnovi-shi-vid-na-urok>
3. Поліковська Ю. В Україні 37% учителів уже використовували інструменти ШІ з учнями, — опитування // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ms.detector.media/internet/post/33794/2023-12-20>
4. AI's detection tool: GPTZero [] // GPTZer. Режим доступу: <https://gptzero.me/>.
5. Top french university bans use chatgpt prevent plagiarism [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.reuters.com/technology> 2023-01-27

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ФІЗИКИ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ

*Учитель І.О. Погоріла¹, старший викладач О.С. Мілютіна²,
викладач Т.О. Семенченко², викладач І.А. Корнєєва²,
методист Н.Б. Годована²*

¹Комунальний заклад «Харківський ліцей № 6 Харківської міської ради»

*²ВСП Харківський фаховий коледж інформаційних технологій
Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Досвід свідчить, що найбільш складним при вивченні фізики, особливо в умовах дистанційного навчання, є формування практичних навичок та вмінь. Тому учителям фізики та інших природничих наук варто приділити цьому аспекту особливу увагу. В Інтернеті є багато відеоматеріалів з різноманітними фізичними дослідженнями і це значно спрощує роботу викладачів. Але експеримент, проведений учнем самостійно, дає набагато більше, ніж просто перегляд відео. Отже, проведення домашнього експерименту є важливою складовою сучасного освітнього процесу в умовах його постійної цифровізації.

Домашній експеримент – не така проста справа, як здається на перший погляд. По-перше, для відтворення досліду мають бути використані такі прості речі, які є у кожного вдома, або які можна просто і недорого придбати.

По-друге, досліди мають бути безпечними, бо в умовах дистанційного навчання учитель не має можливості особисто контролювати дотримання учнями техніки безпеки. По-третє, навіть такі прості експерименти, як виготовлення і дослідження математичного маятника або психрометра, можуть зіштовхнутися з різними перешкодами. Наприклад – як зробити психрометр, якщо у учня дома є лише один термометр? З чого виготовити маятник і куди його повісити?

Важливим етапом формування практичних навичок є виконання лабораторних робіт. Цей вид діяльності в умовах дистанційного навчання вимагає особливої уваги. З метою його результативної реалізації доцільно розробляти лабораторні роботи, які учні можуть виконати в домашніх умовах. Так, за темою «Геометрична оптика» були розроблені кілька лабораторних робіт: «Дослідження явища відбивання світла», «Вимірювання показника заломлення води», «Дослідження сферичних і циліндричних лінз» тощо. Під час виконання лабораторних робіт важливим є не тільки проведення експерименту, але й самостійної обробки і оцінки результатів. Для цих експериментів необхідно просте обладнання, яке є дома у кожного, а також смартфон. Крім того, кожна лабораторна робота включає моделювання ходу досліду за допомогою симуляцій, розташованих на онлайн-платформі PhET [1].

Зупинимось детальніше на цих лабораторних роботах. Для дослідження явища відбивання світла учні мають посередині кімнати або коридору покласти на підлогу невеличке плоске дзеркало; від однієї стіни приміщення на нього спрямувати промінь світла; на протилежній стіні виміряти висоту світлової плями. Якщо є лазерна указка, можна дослідити також дзеркальне і дифузне відбивання світла за допомогою різних поверхонь. Під час виконання цієї лабораторної роботи у учнів Харківського ліцею № 6 народилася ідея виготовити перископи для бійців ЗСУ, яка і була реалізована восени 2023 року.

Для лабораторної роботи «Вимірювання показника заломлення води» використаний відомий дослід з монетою. Сама робота складається з трьох частин. Перша – це власне експеримент. Друга – моделювання ходу експерименту за допомогою онлайн-платформи PhET. І, нарешті, обробка результатів експерименту, побудова креслень, проведення відповідних розрахунків, оцінка похибки, формулювання висновків тощо.

Під час проведення домашнього експерименту є деякі особливості. Оскільки учні мають проводити дослід самостійно, він має бути максимально простим, а його опис – детальним. Ще одна особливість експерименту – використання смартфона в якості спостерігача. Під час демонстрації явища заломлення світла цей дослід зазвичай проводять так. Людина дивиться на ємність, в якій знаходиться монета так, щоб бортик ємності не давав можливості її побачити. Коли в посудину наливають воду, монета поступово з'являється в полі зору. В такому вигляді експеримент добре ілюструє явище заломлення світла, але не підходить для визначення показника заломлення води. Для проведення вимірювань спостерігач весь час має залишатися нерухомим.

Щоб зробити з цього досліду лабораторну роботу, положення спостерігача потрібно зафіксувати. Для цього доцільно використати телефон (рисунок 1.1). Застосування смартфону [2, 3] для фото- і відеозйомки значно розширює можливості виконання учнями лабораторних робіт в домашніх умовах. Ця робота має кілька варіантів виконання. Простий варіант підходить для учнів 9 класів і для учнів 11 класів гуманітарного профілю. Замість монети треба взяти мірну стрічку і закріпити її липкою стрічкою на дні циліндричної чашки впритул до стінки (рисунок 1.2). Смартфон треба розташувати на штативі або на столі таким чином, щоб на екрані була видна порожня чашка і лише самий край мірної стрічки. В цей момент потрібно зробити першу фотографію. Тепер потрібно налити повну чашку води і зробити другу фотографію. На цьому фото видно довжину тієї частини стрічки d , яка з'явилася в полі зору завдяки явищу заломлення світла. Можна також зафіксувати весь процес на відео.

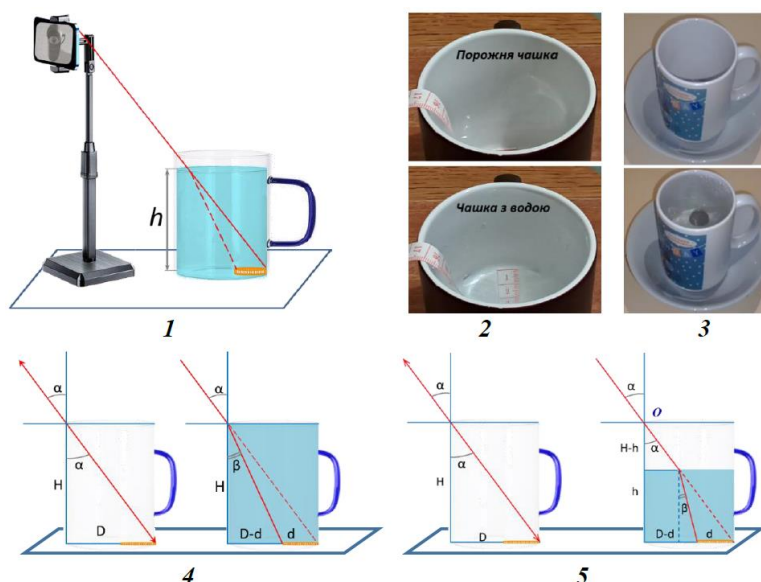


Рисунок 1 – Вимірювання показника заломлення води:

1 – схема установки; 2 – дослід з мірною стрічкою; 3 – дослід з монетою; 4 – хід променів у досліді з мірною стрічкою; 5 – хід променів у досліді з монетою.

Для визначення показника заломлення води потрібно виміряти ще внутрішній діаметр чашки D і її глибину H . В цьому випадку креслення і розрахунки будуть досить простими (рисунок 1.4). Під час розрахунків учням доведеться пригадати і закон заломлення, і теорему Піфагора. Показник заломлення води можна обчислити за формулою

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{\frac{D^2 (h^2 + (D-d)^2)}{(h^2 + D^2)(D-d)^2}} \quad (1.1)$$

Другий варіант виконання лабораторної роботи – використання власне монети. В цьому випадку креслення і формули стають складнішими (рисунки 1.3, 1.5). В чашку потрібно налити стільки води, щоб монета цілком з'явилася на екрані, але не більше. Тепер потрібно буде виміряти не тільки глибину

чашки H , але й висоту води h . Крім закону заломлення і теореми Піфагора учень має розв'язати ще й досить складну задачу з геометрії.

Можливі й інші варіанти проведення цього експерименту. Наприклад, можна запропонувати учням використати ємність не циліндричної форми. В іншому випадку можна спробувати підібрати монету і чашку таких розмірів, щоб монета з'являлася цілком, коли чашка повна. Ще один варіант – використати стовпчик з однакових монет. Всі ці варіанти дають можливість учням самостійно формулювати і розв'язувати практичні задачі, що є досить важливим, особливо під час підготовки до НМТ з математики.

Доцільно використовувати їх в якості творчих і додаткових завдань. Цей експеримент, як і інші дослід з геометричної оптики, дає можливість застосувати математичний апарат для опису реальних фізичних явищ. В першу чергу це стосується таких складних розділів, як геометрія і тригонометричні функції.

За допомогою PhET (рисунок 2) учень може також самостійно відтворити хід променів в ході експерименту. Застосування цієї онлайн-платформи Колорадського університету, яка пропонує змістовні, безкоштовні, веселі, інтерактивні симуляції значно спрощує опрацювання результатів експерименту і допомагає краще зрозуміти сутність фізичних законів та явищ.

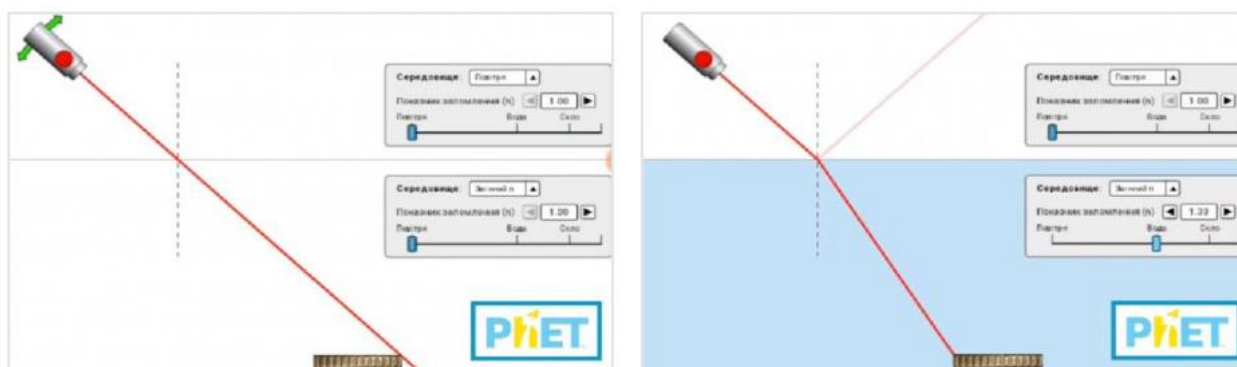


Рисунок 2 – Моделювання експерименту з монетою за допомогою PhET

Наступна лабораторна робота – дослідження властивостей збиральних сферичних лінз. Для цього можна використати окуляри далекозорі людини, бажано з оптичною силою 1,5 – 2 дптр.

В першому експерименті сонячним ранком учні фокусують на стіні сонячні промені (рисунок 3.1). Це дає можливість безпосередньо виміряти фокусну відстань лінзи. У другому експерименті учні отримують на стіні чітке зображення будь-якого світильника – (настільної лампи або бра) (рисунок 3.2-3.4) і проводять прості вимірювання. За результатами цього дослідження можна розрахувати фокусну відстань лінзи F , збільшення Γ , а також з'ясувати, які характеристики має зображення (зменшене, перевернуте, дійсне). Порівняння результатів, отриманих за допомогою сонячних променів і бра, а також перевірка креслень та розрахунків за допомогою PhET (рисунок 3.5) є логічним доповненням цієї лабораторної роботи.

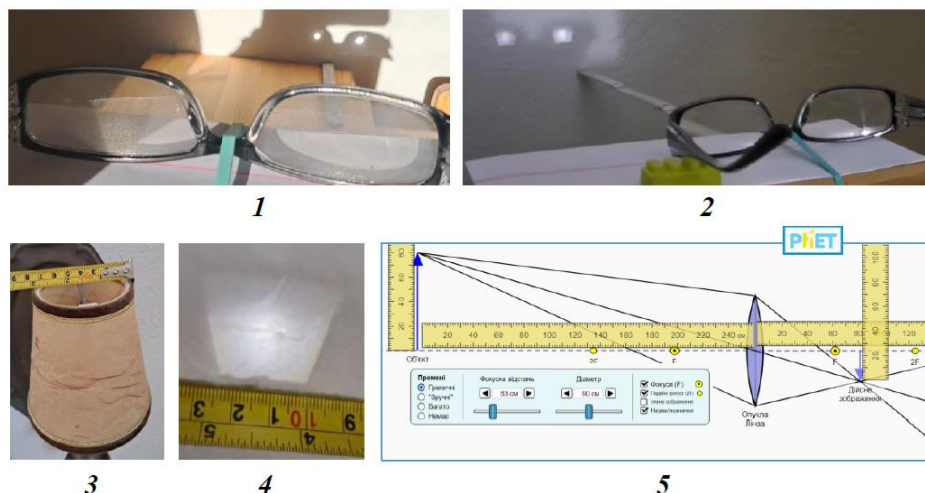


Рисунок 3 – Дослідження сферичної лінзи:

1 – дослід з сонячними променями; 2 – дослід з бра; 3 – вимірювання розмірів бра;
4 – вимірювання розмірів зображення; 5 – вимірювання за допомогою PhET

Завершенням циклу лабораторних робіт з геометричної оптики може стати дослідження залежності фокусної відстані лінзи від її радіусу. Вчені Давньої Греції в якості лінз використовували сферичні скляні ємності, наповнені водою. Оскільки в домашніх умовах виготовити таку лінзу складно, використаємо циліндричні водяні лінзи. Візьмемо кілька циліндричних банок різного діаметру, наповнимо їх водою і проведемо такий самий експеримент, як з окулярами і сонячним світлом (рисунок 4).



Рисунок 4 – Дослідження циліндричних лінз

1 – порівняння фокусних відстаней лінз; 2 – вимірювання фокусних відстаней

За відомою [4] формулою розрахуємо їхню фокусну відстань.

$$\frac{n_0}{F} = (n - n_0) \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{(n - n_0)d}{nR_1R_2} \right] = \frac{Rn}{2(n-1)} = \frac{R1,33}{2 \cdot 0,33} = 2,015R. \quad (1.2)$$

Під час виконання цієї роботи доцільно розібрати питання, як час вимірювання (висота сонця над горизонтом) впливають на результат і чому фокусні відстані циліндричної і сферичної лінзи співпадають (рисунок 4.1). В цьому поясненні можна скористатися термінами математичного аналізу (нескінченно мала величина або нескінченно мала смужка), що також є корисним для розуміння учнями фізичного змісту похідної та інтегралу.

Таким чином, лабораторні роботи, виконані учнями самостійно в домашніх умовах, покращують рівень засвоєння навчального матеріалу, посилюють його зв'язок з життям, і сприяють вирішенню найгострішої проблеми в українській освіті – подолання освітніх втрат та розривів.

Посилання

1. Інтерактивні симуляції для природничих наук і математики PHET. Геометрична оптика. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://phet.colorado.edu/uk/simulations/geometric-optics-basics>
2. Годована Н. Б. Смартфон у навчальній лабораторії. / Н. Б. Годована, І. О. Погоріла, О. С. Мілютіна, Т. О. Семенченко І. А. Корнєєва // Матеріали XVII Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» –Варна, Болгарія. – 2023. – С. 259–263.
3. Домашній експеримент з геометричної оптики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://youtu.be/C2xLFWzFxZE>
4. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнманові лекції з фізики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.feynmanlectures.caltech.edu/>

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ РОЛЬ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ОНЛАЙН ТА ОФЛАЙН

Викладач С.М. Статівкіна

***Бахмутський фаховий коледж транспортної інфраструктури,
м. Дніпро, Україна***

Сьогодні великий вплив на навчання студентів і їх сприйняття навколишнього світу здійснює потужний потік нової інформації, реклами, застосування комп'ютерних технологій на телебаченні, розповсюдження ігрових приставок, електронних іграшок і комп'ютерів. Раніше інформацію з будь-якої теми студент міг отримати за різними каналами: підручник, довідкова література, лекція вчителя, конспект уроку.

Але, сьогодні, з огляду на сучасні реалії (пандемія, карантин, військові події, дистанційне навчання), викладач повинен вносити в навчальний процес нові методи подачі інформації. Виникає питання, навіщо це потрібно. Мозок студента, налаштований на отримання знань у формі розважальних програм по телебаченню, набагато легше сприйме запропоновану на занятті інформацію за допомогою медіа засобів.

Вже давно доведено, що кожен студент по-різному освоює нові знання. Раніше викладачам важко було знайти індивідуальний підхід до кожного

студента. Тепер же, з використанням комп'ютерних мереж і онлайн-ових засобів, освітні заклади отримали можливість подавати нову інформацію таким чином, щоб задовольнити індивідуальні запити кожного студента.

Дуже важливо організувати процес навчання так, щоб студент активно, з цікавістю і захопленням працював на занятті, бачив плоди своєї праці і міг їх оцінити. Необхідно навчити студентів за короткий проміжок часу засвоювати, перетворювати і використовувати в практичній діяльності величезні масиви інформації.

Допомогти викладачу у вирішенні цього непростого завдання може поєднання традиційних методів навчання та сучасних інформаційних технологій, у тому числі і комп'ютерних. Адже використання комп'ютера на занятті дозволяє зробити процес навчання мобільним, строго диференційованим та індивідуальним.

Поєднуючи в собі можливості телевізора, відеомагнітофона, книги, калькулятора, будучи універсальною іграшкою, здатною імітувати інші іграшки і самі різні ігри, сучасний комп'ютер разом з тим є для студентів рівноправним партнером, здатним дуже тонко реагувати на його дії і запити. З іншого боку, цей метод навчання є досить привабливим і для вчителів: допомагає їм краще оцінити здібності і знання студентів, зрозуміти їх, спонукає шукати нові, нетрадиційні форми онлайн та офлайн навчання.

Будь-яка **педагогічна технологія** - це інформаційна технологія, оскільки основу освітнього процесу складає отримання і перетворення інформації.

Більш вдалим терміном для технологій навчання, що використовують комп'ютер, є комп'ютерна технологія.

Комп'ютерні (нові інформаційні) технології навчання - це процес підготовки і передачі інформації, засобом здійснення якого є комп'ютер.

При підготовці до заняття з використанням ІКТ викладач не повинен забувати, що це заняття, а значить складати план заняття треба виходячи з його цілей, при відборі навчального матеріалу необхідно дотримуватися основних дидактичних принципів: систематичності та послідовності, доступності, диференційованого підходу, науковості та ін. При цьому комп'ютер не замінює викладача, а тільки доповнює його.

Такому заняттю властиво таке:

- Принцип адаптивності: пристосування комп'ютера до індивідуальних особливостей студентів.
- Керованість: у будь-який момент можлива корекція викладачем процесу навчання.
- Інтерактивність і діалоговий характер навчання.
- ІКТ мають здатність "відгукуватися" на дії викладача та студента; "вступати" з ними в діалог, що і становить головну особливість методик комп'ютерного навчання.
- Оптимальне поєднання індивідуальної та групової роботи.

- Підтримання в студента стану психологічного комфорту при спілкуванні з комп'ютером.
- Необмежене навчання: зміст, його інтерпретації і додаток скільки завгодно великі.

Комп'ютер може використовуватися на всіх етапах: як при підготовці заняття, так і в процесі навчання: при поясненні нового матеріалу, закріпленні, повторенні, контролі.

При цьому комп'ютер виконує такі функції:

1. У функції викладача комп'ютер являє собою: джерело навчальної інформації; наочний посібник; тренажер; засіб діагностики і контролю.
2. У функції робочого інструменту: засіб підготовки текстів, їх зберігання; графічний редактор; засіб підготовки виступів; обчислювальна машина великих можливостей.

При підготовці та проектуванні заняття викладач може використовувати різні програмні продукти:

1. Мови програмування, але складання проекту за допомогою мови програмування вимагає спеціальних знань і навичок і великих трудовитрат.

2. Можливо при підготовці та проведенні заняття використання готових програмних продуктів (енциклопедій, навчальних програм і т.п.).

3. Велику допомогу при підготовці та проведенні занять надає викладачу пакет Microsoft Office, який включає в себе, крім відомого всім текстового процесора Word, ще й систему баз даних Access і електронні презентації PowerPoint. Текстовий редактор Word дозволяє підготувати роздатковий та дидактичний матеріал.

4. Система баз даних передбачає велику підготовчу роботу при розробці заняття, але в підсумку можна отримати ефективну і універсальну систему навчання та перевірки знань.

5. Електронні презентації дають можливість викладачу при мінімальній підготовці і незначних витратах часу підготувати наочність до заняття. Заняття, складені за допомогою PowerPoint видовищні і ефективні в роботі над інформацією.

6. Платформа графічного дизайну Canva дозволяє студентам та викладачам створювати фони Zoom, плакати, презентації, листівки, флаєри, інфографіку, візитівки, публікації в Instagram, резюме, запрошення, обкладинки книг, меню, фірмові бланки, інформаційні бюлетені, фотоколажі, квитки, закладки, рахунки-фактури, картки з рецептами тощо без потреби глибоких навичок у дизайні і робити заняття більш цікавими, залучати студентів до творчого процесу.

7. [LearningApps.org](https://learningapps.org) - онлайн-сервіс, який дозволяє створювати інтерактивні вправи. Конструктор Learningapps призначений для розробки, зберігання інтерактивних завдань з різних предметних дисциплін, за допомогою яких студенти можуть перевірити і закріпити свої знання в ігровій формі, що сприяє формуванню їх пізнавального інтересу.

Комп'ютер дає викладачу нові можливості, дозволяючи разом зі студентом отримувати задоволення від захопливого процесу пізнання, не тільки силою уяви, але за допомогою новітніх технологій дозволяє зануритися в яскравий барвистий світ. Таке заняття викликає емоційний підйом, студенти починають охоче працювати з комп'ютером.

Інтегрування звичайного заняття з комп'ютером дозволяє викладачу перекласти частину своєї роботи на ПК, роблячи при цьому процес навчання більш цікавим, різноманітним, інтенсивним. Зокрема, стає більш швидким процес запису визначень, теорем та інших важливих частин матеріалу, тому що викладачу не доводиться повторювати текст кілька разів (він вивів його на екран), студенту не доводиться чекати, поки викладач повторить саме потрібний йому фрагмент.

Цей метод навчання дуже привабливий і для викладачів: допомагає їм краще оцінити здібності і знання студента, зрозуміти його, спонукає шукати нові, нетрадиційні форми і методи навчання, стимулює його професійний ріст і все подальше освоєння комп'ютера.

Доцільно визначити переваги використання ІКТ:

- Індивідуалізація навчання.
- Інтенсифікація самостійної роботи студентів.
- Зростання обсягу виконаних за заняття завдань.
- Розширення інформаційних потоків при використанні Internet.
- Підвищення мотивації та пізнавальної активності за рахунок різноманітності форм роботи, можливості включення ігрового моменту: розв'яжеш вірно приклади - відкриєш картинку.

Але, поряд з плюсами, виникають різні проблеми як при підготовці до таких занять, так і під час їх проведення.

Існуючі недоліки та проблеми застосування ІКТ

- Недостатня комп'ютерна грамотність викладачів.
- У робочому графіку викладачів не відведено час для дослідження можливостей Інтернет.
- Складно інтегрувати комп'ютер у структуру занять.
- При недостатній мотивації до роботи студенти часто відволікаються на ігри, музику, перевірку характеристик ПК і т.п.
- Існує ймовірність, що, захопившись застосуванням ІКТ на заняттях, викладач перейде від розвивального навчання до наочно-ілюстративним методам.

Висновок. Застосування сучасних інформаційних технологій у навчанні - одна з найбільш важливих і стійких тенденцій розвитку світового освітнього процесу. У вітчизняній професійній освіті в останні роки комп'ютерна техніка й інші засоби інформаційних технологій стали все частіше використовуватися при вивченні більшості навчальних предметів.

Інформатизація істотно вплинула на процес придбання знань. Нові технології навчання на основі інформаційних і комунікаційних дозволяють

інтенсифікувати освітній процес, збільшити швидкість сприйняття, розуміння та глибину засвоєння величезних масивів знань.

Посилання

1. Використання Інтернет-ресурсів в освітніх цілях (на основі аналізу закордонного досвіду) Іванова Е.В. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.gpntb.ru/win/inter-events/crimea2001/tom/sem1/Doc31.HTML>
2. Інформатична компетентність як об'єкт педагогічного дослідження. Головань М.С. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://library.uira.kharkov.ua>
3. Козиренко В. П. Інформаційно-технічне забезпечення навчально-виховної та наукової роботи у системі безперервної освіти / [В. П. Козиренко] // Безперервна освіта як принцип функціонування сучасних освітніх систем: (перший досвід становлення та розвитку в Україні): монографія / Нар. укр. акад.; за заг. ред. В. І. Астахова. – Харків, 2011. – Розд. 2.2. - С. 130-139.
4. Чепурний Г.А. Мнемотехніка Технологія ефективного засвоєння інформації в умовах сучасної освіти. Навчально-методичний посібник – Тернопіль: Мандрівець, 2015. - 152с

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ

Здобувач освіти А.Є. Стрілець, викладач Л.Г. Логоша

Відокремлений структурний підрозділ

«Конопотський індустріально-педагогічний фаховий коледж Сум ДУ»

м. Конопот, Україна

У період розвитку технологій та все більшому впровадженню комп'ютерних інновацій в освіту, людство намагається створювати все більш розвинуті інструменти для покращення навчального процесу, наприклад, такі як штучний інтелект.

Штучний інтелект (ШІ, англ. artificial intelligence, AI) — розділ комп'ютерної лінгвістики та інформатики, який швидко розвивається, і зосереджений на розробці інтелектуальних машин, здатних виконувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту. Ці завдання можуть варіюватися від простих дій, як-от розпізнавання мови чи зображень, до більш складних завдань, як-от ігри чи водіння автомобіля. Можливість спілкуватися і керувати комп'ютерами за допомогою мислення і перспектив почали використовувати в освіті (викладання і навчання) нині

розглядається як четверта технологічна революція, що кардинально змінює структуру вищої освіти в усьому світі [2].

Штучний інтелект має потенціал революціонізувати освіту, зробивши її більш ефективною, доступнішою та персоналізованою. Вже сьогодні його можливості впроваджуються у діяльність як вчителя чи викладача, так і учня чи студента. Штучний інтелект залучається для створення персоналізованих навчальних планів для кожного учня, заснованих на їхніх індивідуальних потребах і сильних сторонах, що, у свою чергу допомагає здобувачам освіти краще засвоювати матеріал і досягати успіхів у навчанні. ШІ також використовується для допомоги при навчанні, наприклад, шляхом надання індивідуальних пояснень, відповідей на запитання та при виконанні завдань. Це може допомогти учням краще зрозуміти матеріал і удосконалити свої навички. Крім того, ШІ є зручним для створення об'єктивних і надійних систем оцінювання, які допомагають вчителям краще зрозуміти рівень знань учнів, що, відповідно, має сприяти підлаштуванню навчання до потреб учнів. Нарешті, цим інструментом можна послуговуватися для проведення досліджень в освіті, наприклад, для виявлення нових педагогічних тенденцій або для розробки нових методів навчання. Це може допомогти покращити процес навчання для всіх здобувачів освіти.

Для кращого візуального сприйняття, можемо показати мету використання штучного інтелекту для освіти за допомогою схеми (рис. 1).



Рисунок 1 – Мета використання штучного інтелекту для освіти

Слід додати, що для педагогічного процесу важливим є і оцінювання роботи викладача. На підставі анкетування учнів / студентів виявляється їх ставлення до викладачів, що є підставою для одержання відповідної інформації та коригування дій. З цією метою використовуються:

- Чат-боти, за допомогою яких здійснюється збирання інформації з використанням діалогового інтерфейсу, що імітує цей процес.
- Бесіди можна адаптувати під характер здобувачів освіти і видозмінювати залежно від його відповідей.
- Чат-боти можуть фільтрувати грубі коментарі та особисті образи, що іноді зустрічаються у формах зворотного зв'язку [1, с. 16].

Переваги використання штучного інтелекту вже зрозуміли багато організацій та активно впроваджують їх у свою діяльність. Наводимо деякі конкретні приклади того, як ШІ використовується в освіті сьогодні:

Компанія Duolingo розробила онлайн-курси з вивчення мов, які використовують ШІ для адаптації навчання до індивідуальних потреб кожного учня.

Компанія Khan Academy пропонує безкоштовні онлайн-курси з різних предметів, які використовують ШІ для надання допомоги учням у навчанні.

Компанія Blackboard розробила освітню платформу, яка використовує ШІ для створення персоналізованих навчальних планів та надання допомоги в навчанні.

Хоча ШІ часто передбачає час, щоб навчатися (набрати достатню кількість інформації на базі якої ШІ працює) і бути ефективним, чим більше програма може пов'язувати ці різні типи, тим більше можливостей може бути реалізовано. У міру того, як ШІ приєднується до економічної екосистеми «програмне забезпечення як послуга» (SaaS–SoftwareasaService), він стане більш доступним для викладачів [1, с. 21].

Важливо використовувати ШІ відповідально і етично. Слід дбати про те, щоб ШІ-системи оцінювання були об'єктивними та недискримінаційними. Також необхідно, щоб ШІ не застосовувалися для створення замкнутих освітніх систем, які не дозволяють учням / студентам думати самостійно. Загалом, ШІ має потенціал зробити освіту більш доступною, ефективною та персоналізованою. Однак, незважаючи на потенціал штучного інтелекту в освіті, також є занепокоєння щодо його потенційного негативного впливу на освіту. Ці негативні наслідки, які можуть бути спричинені використанням штучного інтелекту в освіті, включають ризик зниження ролі вчителя, ризик зниження креативності та навичок критичного мислення учнів, а також ризик збільшення розриву між учнями з високим і низьким соціально-економічним статусом [3, с. 52].

Bard від Google і ChatGPT від OpenAI - це великі мовні моделі, які були навчені на величезних наборах даних тексту та коду. Вони можуть генерувати текст, перекладати мови, писати різні види творчого контенту та відповідати на ваші запитання в інформативний спосіб. Обидві моделі мають потенціал для використання в індивідуальному навчанні. Вони можуть використовуватися для створення персоналізованих навчальних планів, надання допомоги в навчанні та оцінювання прогресу учнів. За допомогою цих мовних моделей кожен може створити собі особистий персоналізований навчальний план, який буде базуватися на особистих сильних та слабких

сторонах. Мовні моделі можуть виступати як віртуальні асистенти для учнів чи студентів, вони можуть відповідати на питання, надавати пояснення та виконувати роль викладача або наставника. Проблема оцінювання робіт учнів / студентів завжди була дуже складна та займала багато часу у викладачів, сьогодні є можливість навчити штучний інтелект перевіряти та давати свій вердикт щодо якості роботи здобувачів освіти, писати пояснення своїх рішень та обґрунтовувати їх.

Антиплагіат та академічна доброчесність наразі є дуже важливими темами в навчальному процесі. Штучний інтелект має багато переваг у вирішенні цього питання, тому що він:

1. Може обробляти великі обсяги даних швидше та ефективніше, ніж люди. Це дозволяє ШІ сканувати величезні бази даних текстів та коду, щоб знайти потенційні випадки плагіату.

2. Може використовувати складні алгоритми для порівняння тексту та коду. Ці алгоритми можуть виявити плагіат, навіть якщо він був змінений або перефразований.

3. Може навчатися на прикладах плагіату. Це дозволяє ШІ ставати кращим у виявленні плагіату з часом.

Великі компанії роблять свої ШІ та налаштовують їх на різноманітні задачі. Вже є моделі, які можуть допомогти здобувачам освіти краще оволодіти іноземною мовою, і допомагають досить професійно. Однозначно, перевагою системи ШІ є те, навчання може відбуватися у будь-який час, а повторення та пояснення матеріалу може відтворюватися незлічену кількість разів.

Отже, штучний інтелект як стратегічна технологія, набуває все більшого значення щодо трансформації життя людей у суспільстві, змін у економіці та зумовлює розробку новітніх підходів в освітній діяльності. Розвиток штучного інтелекту настільки поширений, що комп'ютер може служити персоналізованим репетитором, здатним керувати навчанням і залученістю учнів чи студентів. Але не слід забувати і про ризики, що завжди супроводжують розвиток науки та технологій.

Посилання

1. Візнюк І. М., Буглай Н. М., Куцак Л. В., Поліщук А. С., Киливни В. В. Використання штучного інтелекту в освіті // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2021. Вип. 59. С. 14-22. Режим доступу: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>
2. Доценко І. О. Актуальні проблеми впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у вищій освіті // Гірничий вісник: науково-технічний збірник / м-во освіти і науки України, ДВНЗ «КНУ». Кривий Ріг, 2017. Вип. 102. С. 117-120.
3. Мар'єнко М. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті // Фізико-математична освіта. 2023. Т. 38, № 1. С. 48-53. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2023_38_1_9.

ЕМОЦІЙНІ ПОТРЕБИ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ НАВЧАННЯ У ВИШІ

Асистент Т.В. Тисевич

Кафедра загальної гігієни та екології

***Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова
Вінниця, Україна***

Емоційні потреби – це почуття, які забезпечують людині повноцінне, якісне, гармонійне життя. Ці потреби ставлять людину на вищу ланку існування, де, окрім забезпечення базових фізіологічних потреб, існує необхідність у самоідентифікації, самовираженні, самореалізації, духовному зростанні, тощо.

Згідно класифікації, розробленої американським психологом Джеффри Янгом (Jeffrey E. Young), існує п'ять базових емоційних потреб: безпека; незалежність; взаємодія та співпраця; вільне вираження емоцій; спонтанність та гра. Базові емоційні потреби формуються ще у дитячому віці, тому важливу роль на даному етапі життя відіграють внутрішній благоустрій сім'ї, виховання, тощо [1]. При негативному емоційному мікрокліматі в родині у психологічно незрілої особистості можуть сформуватися неправильні поведінкові реакції і їй важко входити в новий соціум і бути його повноцінною частиною.

Кожній людині важливо бути структурною одиницею певного суспільства: сім'ї, групи, робочого колективу. Це соціум, де особистість буде відчувати любов, повагу, стабільність, щирість, відвертість, чесність, а значить безпеку.

Говорячи про незалежність, ми маємо на увазі можливість самостійно людині оцінювати ситуацію, приймати рішення, обирати власний життєвий шлях. Незалежна людина – самовпевнена, енергійна, рухається в напрямку професійного розвитку, самовдосконалення.

Вміння контролю над власними емоціями допоможе людині ефективно взаємодіяти з оточуючими задля реалізації своїх цілей. Протягом життя людина стикається як з позитивними (задоволення, упевненість, радість, симпатія, любов), так і негативними (гнів, жах, сором, смуток, недовірливість, незадоволення) емоціями. Важливо контролювати негативний емоційний стан, так як він знижує здатність людини протистояти складнощам, що її супроводжують та з'являється відчуття відчаю. Поряд з цим можна втратити гарні стосунки у колективі.

Усвідомлення, аналіз та вираження людиною власних потреб чи емоцій допомагає самостверджуватися, відчувати себе почутим, ефективним, мотивованим. Рівень самопізнання певною мірою залежить від зрілості, начитаності, саморозвитку індивіда.

Спонтанність та гра дають можливість мислити не стандартно, креативно, бути гнучким до обставин, спілкуватися у неформальній формі, розряджати обстановку, знімати напругу в колективі.

Мета вищого навчального закладу виховати та навчити самостійного, відповідального, конкурентоспроможного фахівця. В першу чергу ми маємо сформувати позитивне ставлення студента до навчання. Поставивши перед собою таке завдання маємо знайти шляхи його реалізації.

Відношення до когось чи чогось – це реакція людини на дію зовнішніх чинників. Ця реакція формується поступово внаслідок узагальнення оцінок до певних подій, обставин, ситуацій, а також набутого життєвого досвіду. Варто зазначити, що відношення економить психофізіологічні ресурси організму, адже людина реагує на подразник по вже сформованій моделі поведінки та стереотипно, не переживаючи ситуації кожен раз по новому. З емоційної точки зору відношення класифікується на позитивне, негативне, нейтральне та байдуже [2]. Протягом навчання у вузі в студентів встановлюється відношення до всіх учасників навчального процесу: до викладачів, до одногрупників, до навчання в цілому, до конкретного предмету.

Студентство, особливо перших років навчання, – це важкий період соціальної адаптації, адаптації до нових вимог, опанування нових знань та вмінь, набуття відповідальності за власні дії, зміна цінностей та мотивацій. Молодь при вступі до вищого навчального закладу переходить на новий рівень особистісного, професійного та духовного розвитку. При чому розвиток особистості у період студентства надзвичайно складний та характеризується фазами підйомів та спадів. Щоденно студенти перебувають в режимі багатозадачності, пов'язаною з навчальною діяльністю, зростом, прагненням до незалежності, в тому числі фінансової, тому у вільний час чи паралельно з навчальним процесом підпрацьовують. Всі ці фактори перенавантажують нервову систему молоді, спричиняючи втому, перевтому, емоційне виснаження тощо. Також на їх емоційний стан впливають ряд внутрішньо державних процесів [3].

Розуміючи багатоаспектність емоційної сфери особистості у студентському віці, варто забезпечити, в першу чергу, базові емоційні потреби студентів і в подальшому ми можемо впливати на формування відношення до навчання.

Викладач має володіти навичками оцінки ступеню розвитку базових емоційних потреб як кожного студента окремо, так і певної групи в цілому. Розпочинаючи вивчення нового циклу, важливо на першому занятті створити неформальні умови спілкування задля встановлення контакту з кожним індивідумом, для розуміння взаємовідносин у колективі, щоб зацікавити здобувачів у вивченні предмету не як самої по собі дисципліни, а з соціальною орієнтацією отриманих знань. Зворотній зв'язок зі студентами, їх думка, бачення та очікування від процесу навчання допоможе викладачу вдосконалювати підходи та методики подачі і ефективного засвоєння матеріалу.

Подальший навчальний процес має проходити у щирій, дружелюбній атмосфері, викликаючи при цьому почуття довіри; в умовах де студенти зможуть, дискутувати, вільно висловлювати свої думки, навіть якщо вони

хйбні; обставинах, що спонукатимуть молодь до додаткових активностей з правом самостійного вибору напрямку пізнання, при чому викладач тут має відігравати допоміжну роль, бути в якості страхувальника та при необхідності корегувальника. Доречними будуть розвантажувальні заняття або частини заняття, особливо в період психоемоційного перенавантаження (здача підсумків чи іспитів).

Висновки. Викладач, окрім безпосередньої навчально-методичної діяльності, має приділяти більше уваги емоційній складовій навчального процесу, підтримувати базові емоційні потреби, спонукати студентську молодь до самостійності, незалежності, розвитку комунікативних навичок, організації та оптимізації повсякденної діяльності.

Посилання

1. Jeffrey E. Young, Janet S. Klosko, Marjorie E. Weishaar. Schema therapy (a practitioner's guide). – New York: The guilford press, 2003. – 436 p.
2. Кузнецов М.А., Козуб Я.В. Емоційне ставлення студентів до навчання. Монографія. – Харків: Діса плюс, 2017. – 284 с.
3. Тисевич Т.В. Синдром багатозадачності сучасної молоді та його наслідки. Матеріали XX наукової конференції студентів та молодих вчених з міжнародною участю «Перший крок в науку – 2023». – Вінниця – С. - 632.

АСТРОТУРФІНГ, ЯК ІНСТРУМЕНТ МАНІПУЛЮВАННЯ

Доц., кан. пед. наук Л.С. Тріфаніна

***Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Б. Хмельницького, м. Хмельницький, Україна***

В сучасному світі, де соціальні мережі та Інтернет відіграють велику роль у формуванні громадської думки, все більшого поширення набуває таке явище, як астротурфінг.

Проблема астротурфінгу потребує уваги та розуміння з боку громадськості, освітніх установ, а також законодавців. Важливо навчити людей критично мислити, аналізувати інформацію та розрізняти правдиву інформацію від фейкової. У сучасному світі, де інформаційні технології займають все більш важливе місце, маніпуляція громадською думкою стала набагато простішою і доступнішою. За допомогою соціальних мереж, фейкових новин та ботів можна створити враження широкої підтримки чи протесту, що має великий вплив на суспільство.

З початку 60-х рр. XX ст. вплив на маси з метою штучного формування їхніх потреб та інтересів, набув ознак глобальних технологій маніпулювання. Науковці Т. Адорно, Г. Шиллер, П. Лазерсфельд подібне явище вважають

інструментом демократичного суспільства, а також підкреслюють в ньому наявну ілюзію функціонування демократичних інститутів, зокрема, таких, як громадська думка.

Термін «астротурфінг» отримує актуальність як у ЗМІ, так і в соціальних мережах. Походження терміна бере свій початок від назви популярного бренду «AstroTurf», що дослівно означає «штучну траву, якою покривають футбольні чи інші поля».

Вперше поняття «астротурфінг» було застосовано у 1970-му році сенатором штату Техас Ллойдом Бентсеном під час дебатів з майбутнім президентом США Джорджем Бушем-старшим за місце в Сенаті. Команда Джорджа Буша створила так звані «народні рухи» на підтримку республіканців, які Ллойд Бентсен назвав «штучною травичкою», а не справжніми рухами [3, с. 158].

Для залучення цільової аудиторії та маніпуляції нею все ширше використовується таке явище, як астротурфінг (astroturfing), що являє собою штучне формування суспільної думки або емуляція суспільної підтримки шляхом масштабного коментування в середовищі Інтернет-комунікацій. Воно застосовується у соціальних мережах для витіснення думки реальних людей та організації штучних інформаційних приводів в Інтернеті.

На думку американського політолога Дж. Маккі, «астротурфінг – це, насамперед, використання оплачуваних агентів для створення помилкових народних настроїв. Найняті користувачі Інтернет-ресурсів за допомогою спілкування в соціальних мережах, блогах, форумах та інших засобах Інтернет-комунікацій створюють хибне враження про комерційні чи політичні події».

Астротурфінг використовує людей, які спеціально найняті, щоб писати замовні пости та коментарі у соціальних мережах з метою створення враження спонтанної масової підтримки або засудження певної публікації. Головне завдання такого методу – чинити вплив на масову свідомість за допомогою психологічного тригера «соціальне підтвердження».

Мета астротурфінгу може бути різною: як політичною, економічною, так і ідеологічною аж до суспільно небезпечної радикальної, а саме пропагування ідей расизму, насильства. Астротурфінг в сучасному світі стає досить процвітаючим бізнесом [1, с. 43].

Астротурфінг передбачає використання певних інструментів:

- організація групи людей для розміщення повідомлень у чатах, форумах, новинах, для просування або висміювання певних ідей;
- поширення інформації, яка з великою долею ймовірності буде підтримуватись та ретранслюватись більшістю користувачів;
- технічна «накрутка» лічильника переглядів тієї чи іншої інформації для підвищення її в рейтингу [3, с. 58].

До інструментів астротурфінгу також відносять, і тролінг – це піднесення або коментування будь-якої інформації в агресивній або жартівливій формі. Чужа агресія часто сприймається іншими людьми як

впевненість у своїй позиції, що найчастіше притупляє пильність слухача і бажання перевірити справжність інформації [2, с. 43].

За останній час виникли масштабні конфлікти щодо використання інструментів астротурфінгу у галузі міждержавних відносин та геополітики. Їх метою є штучне управління громадською думкою, організація фальсифікації в мережі Інтернет для того, щоб створити враження, нібито велика кількість людей виступає проти. Тому іноді астротурфінг також співвідносять з одним із засобів ведення інформаційної війни.

Сутність астротурфінгу полягає у використанні соціальних мереж, але не Інтернет-мереж, а мереж реального суспільства – соціальних спільнот реальних людей, колективів, груп, рухів, організацій для створення передумов, для формування необхідної думки. Іншими словами, для того, щоб поставити суспільство перед фактом підпорядкування іншим моделям необхідно підготувати суспільство, тобто задати такий інформаційний контекст, щоб суспільство позитивно сприйняло радикальні соціальні трансформації, що відбуваються. Це має сприяти зниженню рівня опору суспільства трансформаціям, які відбуваються, або його співучасті в даних трансформаціях, у змінах основних параметрів таким чином, щоб члени суспільства ставали активними учасниками процесів, які відбуваються. [1, с. 44].

Отже, астротурфінг – це спроба створення штучного враження про громадську підтримку або опозицію до певної ідеї, продукту, особи чи організації. Це може бути здійснено шляхом створення фальшивих профілів у соціальних мережах, написання фейкових відгуків або коментарів, організації масових акцій підтримки або протесту. Кожен вид астротурфінгу грає важливу роль в певній сфері, так як завдяки цьому просуваються різні думки у ЗМІ, мережі Інтернет та телебаченні.

Посилання

1. Данько Ю. А. Астротурфінг як інструмент віртуальної маніпуляції та політичної пропаганди в умовах інформаційної доби. // *Сучасне суспільство*. 2015. Вип. 2 (1). С. 38-49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/cuc_2015_2%281%29_6.
2. Мудра І. М. Поняття «тролінг» і його види в соціальних мережах // *Science and Education a New Dimension. Humanities and Social Sciences*, 2016. Вип. IV(17). С. 42-44. URL: <https://seanewdim.com/wp-content/uploads/2021/03/The-term-trolling-and-his-views-on-social-networks-I.-M.-Mudra.pdf>
3. Правдюк А. Л. Астротурфінг в соціальних мережах як загроза демократичному державотворенню. // *Наукові інновації та передові технології*. 2023. № 1 (15). С. 153-164. URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nauka/article/view/3347>.
4. Стешенко Д. В. Роль психологічного складника у взаємодії журналіста й аудиторії. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістр спеціальності «Журналістика». Національний авіаційний університет. Київ, 2021. 80 с. URL: https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/53843/1/Дипломна%20робота%20_Стешенко.pdf

IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE TRAINING FORMATS

*Ph.D., Assoc. Prof.¹ M.V. Khara, Ph.D., Assoc. Prof.² I.V. Nikolaienko,
student¹ I.O. Bochevarov, student¹ A.V. Sarakhman*

¹SHEI «Pryazovskyi State Technical University», Dnipro, Ukraine

²National Aviation University, Kyiv, Ukraine

Every new day people are surrounded by increasingly large streams of information, which sometimes turns out to be an overwhelming task to cope with. This situation is reflected in the field of education [1]. Sociologist Frank Furedi in his article "Information Overload or a Search for Meaning?" writes that we live in an "age of distraction" when it becomes simply impossible to concentrate on reading complex books and texts.

The situation is further complicated by the fact that, before going directly into the process of teaching a person, it is necessary to choose the "exact" material that is the best and most appropriate among the million existing offers at the person's request. And the truth is that there is no "right choice" in this situation, because each course, lecture, or article is good in its own way. We should accept the fact that the world has changed and it is hardly in our power to force people to read multi-volume books (and is it necessary?).

Specialists in the field of education today face another key task - how to keep people's attention in the learning process? How to get interested in educational materials?

Therefore, the development and implementation of innovative training formats is an urgent issue. Teachers of higher educational institutions face the task of engaging in the learning process, keeping attention, maintaining intrigue, and evaluating actions.

This task can be effectively solved with the help of coaching technologies. This gives an opportunity not only to learn new information of a theoretical nature but also to check it in practice.

Scenarios of coaching technologies are based on real events and provide an opportunity to develop knowledge of project management and key competencies of the educational program, allowing to connect theoretical blocks, practical tasks, videos, links to articles, and tests on course topics.

This not only increases the involvement of students in the learning process, but also contributes to a better memorization of the presented information. Technologies are rapidly changing the world and the field of education is changing along with it [2]. The learning process today hasn't become worse or more difficult, it has simply become different. Therefore, coaching technologies are new horizons in the educational field.

Coaching at the university is the teacher's ability to create students' awareness and responsibility, and to promote them toward solving personal and professional tasks. The basis of interaction is respect and acceptance of the student, and the main tool is open stimulating questions without any criticism, evaluations,

or advice. These features of coach technology make it possible to successfully implement them in the educational process.

The foundation of coaching at the university is the following basic principles: first, the student is a creative, integral person and has the appropriate resources; the statement of the task originates from the student himself; the relationship between student and coach is a purposeful alliance.

The ideas of Person-Oriented Learning began to develop actively in recent decades. That is why coaching attracts attention as an effective, practically tested system of developing interaction. The product of the joint work of the coach and the student is activity and learning. These two forces, combined together, create change. Another driving force behind the change process is learning. Learning is not simply a by-product of activity – it is an equal and complementary force that creates new resources and empowers change.

The founder of Humanistic Learning Theory, Carl Rogers, based on his own pedagogical experience, singled out the conditions of personally-oriented (meaningful) learning, thus laying down the ideas of a modern coaching approach in education: filling the content of learning with students' life challenges, creating learning situations in which students could interact with personally important challenges and issues that they would like to solve; the teacher's acceptance of the student as he is and understanding of his feelings. C. Rogers emphasizes the need for warm acceptance, an unconditional positive attitude of the teacher towards the student; the non-directive, dialogic position of the teacher towards the sources and methods of acquiring knowledge; the teacher's need to rely on the self-actualizing tendency of his students.

The purpose of the work is to generalize theoretical studies, analyze and develop practical recommendations for the introduction of coach technologies for the educational program 275 “Transport Technologies” second (master's) level of higher education [3]. The results of studying the educational program are students' ability to independently determine activity goals and make activity plans; independently carry out, monitor and adjust activities; use all possible resources to achieve the set goal and implement activity plans; choose successful strategies in different situations; mastery of cognitive reflection skills as awareness of actions and mental processes, their results and grounds, limits of one's knowledge and ignorance, new cognitive tasks and means of achieving them.

Resume

The recommendations for the development of the Educational Program that provides the formation of the students' design thinking in Transport Technologies have been formulated.

References

1. Bawden, D. & Robinson, L. (2020). Information Overload: An Overview. In: Oxford Encyclopedia of Political Decision Making. Oxford: Oxford University Press. doi: 10.1093/acrefore/9780190228637.013.1360

2. Haleem, Abid, Mohd Javaid, Mohd Asim Qadri, and Rajiv Suman. 2022. Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers* 3: 275–85. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
3. Khara, M. Implementation of innovative technologies for modernization of logistic processes / M. Khara, I. Nikolaienko // *Science, technology and development of innovative technologies, Ylym, tehnika we innowasion tehnologiýalaryň ösüşi: abstracts of papers of the scientific conference, dedicated to the 30th anniversary of independence of Turkmenistan (Aşgabat, June 12–13, 2021 y.). – Aşgabat, 2021. – P. 451–453.*

COMPARATIVE STUDY OF EFFECTIVE RESULTS FOR DENTAL LISTENERS OF THEMATIC IMPROVEMENT WITH PROJECT-BASED LEARNING TECHNOLOGY ON THE POSTGRADUATE STAGE OF EDUCATION DURING THE CONTROL EXPERIMENT

PhD, Assoc. Prof.¹ Maryna Khudiakova

¹Department of Dentistry

Kharkiv Medical National University, Kharkiv, Ukraine

The national health care system of Ukraine is going through a difficult moment due to changes in the forms, methods and structure of health care management against the background of radical socio-economic transformations, demonopolisation of the health care system with the preservation of mainly state institutions [1, 8]. Since a healthcare professional must have a set of social, cognitive and emotional skills necessary for successful social adaptation, control of the social situation and professional activity, cooperation with colleagues, patients, etc., there is a need to develop the social competence of healthcare professionals, in particular during postgraduate education [13]. Reforming the healthcare system is aimed at rethinking the role of healthcare professionals and puts forward new requirements for the level of professional competencies, for multi-level training of "highly qualified specialists who successfully compete in the labour market, are able to continuously improve their professional and universal knowledge, professional self-development, etc." [12].

In Ukraine, more than 70% of the population has a university degree, but the potential of higher education in Ukraine is not fully utilised by society and the economy. However, in the ranking, Ukraine takes 1st in the component «Contribution to the development of science and technology», while Poland takes 13th, Germany - 23rd, and the UK - 5th: such a high ranking is explained by a much lower level of GDP per capita than the results of the development of science and technology [10]. The global process of transition from an industrial to an

information society and the socio-economic changes taking place in Ukraine require significant changes in higher education, and especially in postgraduate medical education, which is aimed at the professional development of a specialist throughout the entire professional career of a doctor [6].

The rapid growth of medical knowledge, the need to ensure a high qualification level of medical personnel determine the expediency of using modern information technologies in the educational process, which make it possible to improve the quality of education, make the process of acquiring knowledge systematic and highly effective [5]. An analysis of modern e-learning content has shown that modules can be divided into the following three main types: for the transfer of educational information; for practical training; and for monitoring the level of learning achievement. Such learning modules perform the above-mentioned didactic functions to a sufficient extent [3].

The practical implementation of the strategy of e-learning (smart education), which today is qualified as a new paradigm of the modern education system in a medical higher education institution, in addition to the means of ensuring the acquisition of theoretical knowledge by higher education students (e-library, repository, online learning platforms, distance learning tools), should take into account certain of its features, in particular, practically oriented content, standardisation of decision-making in the medical diagnostic area (protocols for the provision of medical care), strengthening the requirements for acquiring skills of a healthcare manager, readiness to work in the labour market and medical services [4].

Pedagogical (educational) technology is a system of functioning of all components of the pedagogical process, which is based on scientific education, programmed in time and space and leads to appropriate results. The key to any technology is a detailed definition of the final result and its precise achievement [11]. According to K. Melashenko, the project method is a pedagogical technology that involves a certain set of educational and cognitive techniques that allow solving a problem as a result of students' independent actions with the obligatory presentation of these results [2]. In addition, projects are divided according to the type of final product (A. Syrotyuk) [9]: material - model, layout, computer presentation; effective - excursion, theme night, performance, lesson-game; written - article, instruction, etc.; by the nature of contacts - intra-class, intra-school, regional (within the same country), international. Research activity becomes the first step to the research activity of listeners, which is one of the forms of self-expression of the future specialist's personality, develops his/her creative thinking, initiative, independence [7].

In the context of the professional training of listeners of advanced training courses, we emphasise the need to use the following teaching aids: software for various tasks in professional postgraduate training and for managing project activities (LabVIEW, MS Project, Visual Paradigm, etc.); specialised equipment for the activities of applicants during the project, for laboratory work and demonstration experiments, learning management systems (Moodle, Classroom, etc.).

Therefore, we understand that project technology can be one of the most promising learning technologies that can be used in the training of dentists listeners of thematic improvement cycles at the postgraduate stage of education and will contribute to the creative self-realisation of dentists listeners increase motivation to gain knowledge, and develop intellectual abilities.

The aim of the study was to compare the results of the dentists listeners' success in the cycle of thematic improvement at the postgraduate stage of education in the experimental and control groups during the control experiment in the process of teaching the cycle of «Modern views on the problems of periodontal diseases in adults and children» using project-based learning technology.

Materials and methods. The study was conducted during the spring semester of the 2021-2022 academic year at the Department of Dentistry, Faculty of Postgraduate Education, KhNMU. The study was attended by students of the cycle of thematic improvement in teaching the cycle of TI «Modern views on the problems of periodontal diseases in adults and children» in the amount of 26 people. Two groups were formed: EG - classes were conducted using project-based learning technology and CG - classes were conducted according to the traditional methodology. The experiment was carried out while teaching the cycle of TI «Modern views on the problems of periodontal diseases in adults and children». The research methods used were comparison, synthesis, analysis, generalization, observation, survey, questionnaire, interviews, pedagogical experiment, and statistical analysis.

Results of the study. While working on the projects, the dentists listeners of the cycle of thematic improvement demonstrated not only their awareness of the importance of forming professional competencies, but also the ability to choose a research problem; collect the necessary information; find ways to solve the problem; draw up an action plan; identify problems during the preparation of projects and ways to solve them; coordinate the actions of project participants; present projects and their expert evaluation. All of this created psychological and pedagogical prerequisites for the development of a positive mood in the classroom.

After conducting the formative stage of the experiment in the EG using project-based learning technology in practical classes and in the CG during the study of the cycle of TI «Modern views on the problems of periodontal disease in adults and children», we conducted testing to determine the level of listeners' success. The tickets contained 10 test tasks, which were evaluated at 0.2 points for each correct answer and a situational task, the correct solution of which was evaluated at 3 points. The purpose of the test was to determine the changes that occurred in the process of mastering theoretical knowledge, practical skills and abilities of the EG listeners, where the project-based learning technology was used, compared to the CG, where the training was conducted using traditional methods. Thus, it can be concluded that the EG indicators increased by 0.4 points compared to the baseline (3.6 points before the experiment, 4.0 points after the experiment).

At the practical lesson on the topic «Selective Teeth Grinding Technique», the purpose of which was to study the theoretical foundations of the Schuyler selective teeth grinding technique and to familiarize themselves with the stages of selective grinding according to the method proposed by Jankelson. After completing the practical work, the trainees had to present their method to all other groups, but with the help of thematic infographics - diagrams, charts, images and collages - to reflect the structural and logical connections between the concepts, to highlight the key characteristics of each of them. The course participants noted that by summarizing information in this way, the learning material is absorbed through the dominant type of intelligence - visualization of images, associations, and impact on the emotional sphere.

Conclusions. 1. It has been proven that the use of project-based learning technology in teaching the TI cycle has a positive effect on the intensification of the professional development of dental listeners and contributes to the formation of professional competencies.

2. In a comparative assessment of the results of the listeners' performance in the experimental and control groups at the control stage of the experiment, it can be concluded that the EG indicators increased by 0.4 points compared to the control stage (3.6 points before the experiment, 4.0 points after the experiment).

References

1. Simon B. Healthcare Project Management 101: Experts Share Techniques, Examples and Future Outlook. Smartsheet.com. Published on Feb 06, 2020. Internet resource: <https://www.smartsheet.com/content/healthcare-project-management>.
2. Zelentsova T.V. Project method as an active technology in teaching psychology. Personality, family and society: issues of pedagogy and psychology: a collection of articles on the material. XII Internat. nauchno-prakt. Conf, Novosibirsk. Part II. Novosibirsk: SibAC, 2012.
3. Nemesh OM, Gonta ZM, Shylivskyi IV, Moroz KA Innovative and informational component of dentist training on the cycle of thematic improvement Conceptual ways of development of science and education: materials of the International Scientific Conference, Lviv, February 12-13, 2020 Lviv; 2020. C. 47-48.
4. Medical e-education as a modern innovative educational and pedagogical trend. Implementation of innovative technologies for organizing the educational process in KhNMU is a leading way to improve the quality of higher medical education: materials of the LII educational and methodological conference of KhNMU, Kharkiv, January 30, 2019. Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv National Medical University. Issue 10. C. 3-5.
6. Nemesh OM, Gonta ZM, Shylivskyi IV. The role of electronic content in the distance learning of dentists at the postgraduate stage of education. Bukovinian Medical Herald. 2020. T.24. №3 (95). C. 190-194. DOI: 10.24061/2413-0737.XXIV.3.95.2020.92.

7. On Approval of the Medium-Term Government Priority Action Plan until 2020 and the Government Priority Action Plan for 2017: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of April 3, 2017, No. 275-p. Uriadovyi Kurier. 2017. № 85.
8. Biriukov V.S., Tkachuk V.I., Puchkova A.V., Chyzhevska A.V. Project work with young scientists: opportunities and prospects. Actual problems of higher medical education and science : materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference with international participation, Kharkiv, April 8, 2021 / ed. by V. Kapustnyk, V. Markovsky, V. Myasoedov and others. Kharkiv: KHNMU, 2021. С. 19-21.
9. Sirotuk AL Scientific and methodological support of intellectual giftedness: a textbook. Moscow: Market-Media, 2014. 135 с.
10. Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine for 2021-2031. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2020/09/25/rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-02-10-2020.pdf>.
11. Teaching technologies in modern school [Electronic resource]. URL : <http://klasnaocinka.com.ua/ru/article/tekhnologiyi-navchannya-v-suchasni-shkoli.html>.
12. The quintessence of the development of a single educational space of multilevel innovative educational institutions. Scientific research and innovations in the field of social sciences and humanities: I All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference, Melitopol, November 24, 2021: collection of materials // ed. by O. P. Lomeiko, O. A. Yeremenko, V. V. Mykhailov, et al. TDATU. Melitopol, 2021. Ч. 1. С. 344-346.
13. Development of social competence of medical specialists in the system of postgraduate education. Scientific Journal of Khortytska National Academy. 2021. - Issue 2(5). С. 82-91. DOI:<https://doi.org/10.51706/2707-3076-2021-5-9>.

— Секція 2 —

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ
РОЗВИТКУ НАУКИ І ВИРОБНИЦТВА**

ГОЛОВА – ХОХЛОВА ТЕТЯНА СТАНІСЛАВІВНА

канд. техн. наук, професор, декан факультету
Український державний університет науки і технологій /УДУНТ/
(Навчально-науковий інститут "Інститут промислових та бізнес-технологій")
Нікопольський факультет УДУНТ

— Section 2 —

**MODERN PROBLEMS
OF SCIENCE AND PRODUCTION DEVELOPMENT**

CHAIRMAN – TETIANA KHOKHLOVA

Dr. Eng., Prof., Dean of the Faculty
Ukrainian State University of Science and Technologies /USUST/
(Educational and Scientific Institute "Institute of Industrial and Business Technologies")
Nikopol Faculty of USUST

ЗАСАДИ ТА ДРАЙВЕРИ РОЗВИТКУ ЕКСПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

*Проф., д-р екон. наук В.В. Білоцерківець,
проф., д-р. екон. наук О.О. Завгородня, магістрант К.О. Завгородній
Український державний університет науки і технологій,
м. Дніпро, Україна*

Масштабні гео-економічних трансформацій порубіжжя ХХ-ХХІ сторіч, обумовлені прискореним поступом глобалізації, технологічними новаціями і структурними зрушеннями Індустрії 4.0 - 5.0, інтенсифікацією регіональних інтеграційних процесів, відкривають перед національною економікою України нові перспективи та можливості самореалізації у глобальному економічному просторі, зокрема в його ЄС-осередку. Невід'ємною передумовою та складовою успішного розв'язання цього завдання є заснований на сучасному теоретичному підґрунті та методологічному інструментарії [1] дослідницький пошук внутрішніх можливостей і рушіїв макродинаміки; розкриття, ефективного використання та розширене відтворення наявного макроекономічного потенціалу, насамперед його зовнішньоторговельної (експортної) складової.

У сучасному сенсі *експортний потенціал* – комплексна характеристика здатності економічної системи забезпечувати власний розвиток та ефективно виконувати функціональне призначення через підключення до системи міжнародних торгових відносин в якості експортера продукції (товарів і послуг)[2-3]. А це, у свою чергу, передбачає:

1) здатність національної економіки та її суб'єктів господарювання на основі використання наявних порівняльних національних переваг виробляти конкурентоспроможну на світовому ринку товарну продукцію, спроможну долати існуючі трансграничні експортні (тарифні та нетарифні) бар'єри та бути прибутково реалізованою на зовнішніх ринках;

2) відносну самодостатність та автономність щодо організації внутрішньої мережі виробництва та реалізації продукції, призначеної на експорт;

3) реалізацію експортного потенціалу шляхом розвитку зовнішньої торгівлі, передусім, експорту та збільшення присутності продукції вітчизняного виробництва ("Made in Ukraine") на світовому ринку;

4) імператив суверенних національних стратегічних інтересів при провадженні конкурентної та торгової політики в частині посилення міжнародних конкурентних переваг, розширеного відтворення експортного потенціалу, стимулювання та протекціонізму експорту;

Визначальними ознаками та властивостями експортного потенціалу, як специфічного явища економічної реальності, є:

- міжнародна конкурентоспроможність, як атрибутивна ознака, передумова існування та самоактуалізації,
- трансграничність - можливість самореалізації лише у міжнародних (трансграничних) торговельних взаємодіях;
- складність – наявність значної кількості різноманітних елементів (носіїв), ієрархічно-структурних рівнів та розмаїття розгалужених зв'язків та взаємовідносин між ними;
- порівняльний характер (відносність), що проявляється при оцінюванні рівня розвитку експортного потенціалу, його сильних та слабких сторін лише в умовах співставлення і порівняння найбільш суттєвих показників даної національної економічної системи з іншими;
- неадитивність (складна адитивність із синергією та емерджентними ефектами) – функціонування різнорідних взаємозв'язаних компонентів породжує нові макроскопічні функціональні властивості цілого, що не можуть бути зведені до суми властивостей його компонентів й не піддаються точному передбаченню як фактом появи, так і за формами й рівнями прояву, потужністю наслідків;
- атрактивність – за наявності вибору між самореалізацією у внутрішньому чи зовнішньому економічному просторі й виражених переваг експортної альтернативи приваблення та “втягування носіїв експортного потенціалу та пов’язаних із ними суб’єктів господарювання та власників ресурсів до експортоорієнтованих видів діяльності;
- адресність – визначається конкретно для кожного суб’єкта чи об’єкта (носія потенціалу);
- релевантність як суб’єктивна міра відповідності (адекватності) потребам самозбереження та саморозвитку носія потенціалу, його очікуванням щодо майбутнього;
- динамічність, мінливість у часі - посилення чи послаблення під тиском конкуренції та внаслідок реалізації заходів, спрямованих на розвиток конкурентних переваг.

Водночас слід враховувати, що експортний потенціал є узагальненою характеристикою-критерієм, що визначає місце країни у внутрішньому і міжнародному поділі праці та спеціалізації економічної діяльності [2]. Якщо ж додатково розглядати експорт як вагомий чинник впливу на економічне зростання, структурні зрушення та технологічно-економічний розвиток, то він набуває ознак перетворювального потенціалу, тобто прихованої здатності забезпечувати вирішення певних проблем розвитку шляхом переходу національної економічної системи з одного стану (конкурентно-експортної позиції в глобальному економічному просторі) в інший.

У кожному конкретному випадку, для кожної національної економічної системи її експортний потенціал буде представляти унікальну множину факторів, які в сукупності та неповторній взаємопов’язаності вирізняють її проміж інших й наділяють відносними конкурентними перевагами.

Відповідні відмінності та унікальності проявляються при розгляді множини взаємопов'язаних детермінант, під впливом яких ця національна економіка, еволюційно розвивається й наразі перебуває. Опрацювання чисельних результатів наукових розвідок у проблематику джерел міжнародної конкурентоспроможності та генераторів міжнародних конкурентних переваг [3-4] дозволяє назвати наступні вагомі імпакт-фактори:

- територіальні розміри національної економіки, попередньо нагромаджений в ній потенціал саморозвитку - наявні ресурсно-технологічні можливості (науково-технічний та інноваційний потенціал, людський капітал із відповідними талантами, підприємницькими здібностями, професійними та соціальними навичками, матеріально-технічна база, забезпеченість природними ресурсами, тощо);
- закладені в минулому ціннісно-цільові пріоритети суспільного вибору, вектор(и) інтеграції, напрями спеціалізації і місце в світовому поділі праці, зокрема науково-технічної;
- нагромаджений в передісторії резерв макроекономічної стабільності, потужність ризик-факторів;
- поточна діяльнісно-видова структура, структура експортного кошика, її продуктова диференціація та технологічна складність;
- географічне розташування, наявність та пропускна спроможність транспортних коридорів;
- наявний стан інфраструктури, насамперед цифрової, енергетичної, транспортно-логістичної та фінансової;
- перспективи розвитку у межах обраної інтеграційної моделі й, міра та характер відкритості внутрішнього економічного простору, експортноорієнтованість та імпортозалежність відтворювального циклу загалом та за видами економічної діяльності в частковості;
- узвичаєні принципи самоорганізації внутрішнього економічного простору (лібералізм і консерватизм; індивідуалізм і колективізм; дистанція влади; ієрархія та анархія; толерантність і гетерофобія; протекціонізм та фритредерство, тощо);
- традиційні моделі поведінки мікроекономічних суб'єктів, адекватні різноманітним викликам середовища, їх міжнародні бізнес-практики, бізнес-культура та культура конкурентної боротьби, тренд-тенденції та "коридор" свободи руху і т.п.

Втім, заглиблений погляд на будову експортного потенціалу дозволяє за різноманітним зовнішньо-проявленого конкретного розглядіти та виокремити три базові елементи, що утворюють його "ядро" визначають функціональну повноцінність та здатність до саморозвитку (рис. 1.1). На нашу думку, такими конструктами є властиві економічній системі міжнародні конкурентні переваги, експортна компетенція, експортна ініціатива та тріалектика взаємозв'язків між ними із відповідними рушійними силами та факторами впливу.

Конкурентні переваги, з одного боку, є тією ексклюзивною цінністю, що відсутня чи в недостатній мірі розвинена в інших країнах й є об'єктом комерційного інтересу чи інших проявів політико-економічної небайдужості з їхньої сторони. А з іншого, - тим набором різнорівневих взаємопов'язаних факторів конкурентоспроможності, що спільно генерують, підживлюють, актуалізують та комерціалізують цю цінність в міжнародних торговельних відносинах.

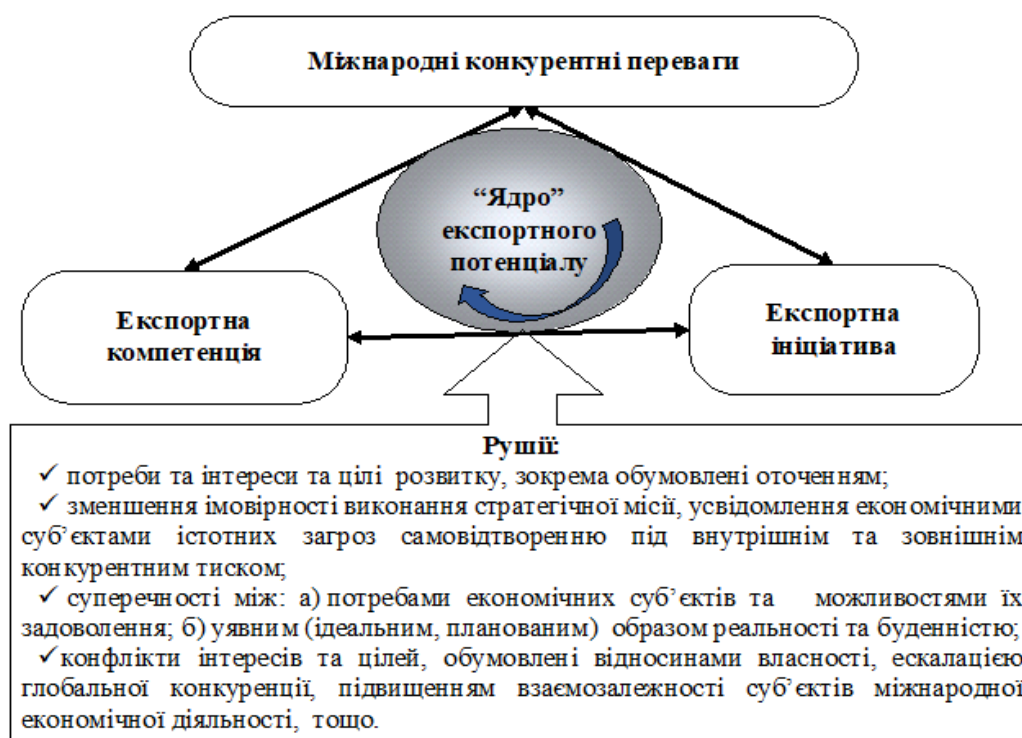


Рисунок 1.1 - “Ядро” саморозвитку експортного потенціалу економічної системи [розроблено авторами]

Експортна ініціатива (ЕІ) може бути визначена як внутрішньо обумовлене прагнення суб'єктів експортного процесу до самостійних активних дій, спрямованих на досягнення певної мети. На рівні національної економіки цілепокладання набуває відповідної змістовної конкретики. Йдеться про підвищення ефективності, рівня технологічної складності та збільшення масштабів експорту заради сталого безпечного економічного розвитку країни та зростання добробуту її населення у довгостроковій перспективі, про розбудову “вільної країни ... , що є надійним економічним партнером і прикладом розвитку, найпривабливішою для інвестицій та ведення бізнесу, найкращим місцем для творчої самореалізації втілення власних ідей” [5].

Під експортною компетенцією (ЕК) розуміється здатність суб'єктів, що приймають управлінські рішення щодо провадження зовнішньої торгівлі, розглядати експортну діяльність як науково обґрунтований задум (національний проєкт) для ухвалення обґрунтованих рішень, що

забезпечують наявність ефективної стратегії розвитку експорту та механізмів реалізації цієї стратегії, адаптивну конкурентну поведінку суб'єктів господарювання і одержання ними довгострокових стійких конкурентних переваг. Змістовно експортна компетенція охоплює та інтегрує здатності до прогнозування, моделювання, програмування, стратегічного та тактичного планування, аналітики, діагностики, обліку та контролінгу експортного макропроцесу.

Разом блоки ЕІ та ЕК “відповідають” за погляд на сьогодення із очікуваного (планованого) майбутнього, за створення передумов для посилення міжнародних конкурентних переваг, за здатність генерувати та сприймати конкурентоспроможне нове, постійну готовність до адаптації до конкурентних викликів середовища, до інноваційного самоудосконалення, осучаснення та урізноманітнення експортного кошика, за спроможність успішно та швидко реалізовувати експорто-орієнтовані програми та комплаєнс-проекти.

Висновки

Підтримка та активізація експортної діяльності є невід’ємним (базовим, вбудований) елементом та передумовою успішної реалізації національної стратегії соціально-економічного розвитку. Змістовно державна політика в сфері стимулювання експорту уособлює погоджену сукупність рішень та дій, що націлена на розширене відтворення експортного потенціалу національної економіки та її суб'єктів господарювання, зміцнення їх ринкових позицій і стабільний розвиток внаслідок посилення міжнародних конкурентних переваг, підвищення управлінської експортної компетентності та розвиток експортної ініціативи на усіх рівнях національної економічної системи. У зв'язку з цим вважається доцільним включення до переліку пріоритетів державної підтримки в сфері вищої освіти підготовку фахівців з освітніх програм, сфокусованих на міжнародній економічній діяльності.

Посилання

1. Філософія і методологія економічної науки: /під ред. В.М. Тарасевича. Дніпро: Економіка, 2019. 189 с.
2. Бестужева С.В. Концептуальні підходи до визначення сутності експортного потенціалу. Вісник Мукачівського державного університету. 2017. Випуск 21. С. 22-28.
3. Конкурентоспроможність національної економіки: цивілізаційні виміри та особливості управління в умовах глобалізації / [О.Б. Чернега, Ю.Г. Бочарова. М-во освіти і науки, молоді та спорту України]. Донецьк: Видавництво «Ноулідж», 2011. 348 с.
4. Портер М.Е. Конкурентна перевага. Як досягати стабільно високих результатів. К.: Наш формат, 2019. 624 с.
5. Національна економічна стратегія 2030. URL: <https://nes2030.org.ua/>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИСНОЇ ДІЇ АРГОНУ В ДИСПЕРГОВАНОМУ ПОТОЦІ ПРИ ВИПУСКУ РОЗПЛАВУ З КОНВЕРТЕРА

*Аспірантка¹ А.О. Вовк, учень² В.В. Брага,
зав. каф., докт. техн. наук¹ Є.М. Сігарьов,*

доц., канд. техн. наук¹ А.А. Похвалітий, вчитель² О.А. Філіна

¹Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

²КЗ «Ліцей №30» Кам'янської міської ради, м. Кам'янське, Україна

Випускний канал кисневого конвертера є дуже важливим його вузлом, від стану і геометричних параметрів якого багато в чому залежать техніко-економічні показники конвертерної плавки. Операція випуску розплаву з конвертера є тривалою і становить 15-20% від повного циклу плавки. В цей період сталевипускний канал використовується лише для організованого переливу розплаву в ківш. В останні десятиліття функції сталевипускного каналу розширені в зв'язку з необхідністю виконання операції відсічення високоокисленого шлаку і рафінування розплаву протягом усього випуску плавки. Проте, як показав аналіз технічної літератури, проблемі організації потоку розплаву, зокрема при обробці його інертним газом, присвячена невелика кількість робіт. Однією з головних проблем для широкого впровадження в промислове використання газодинамічних способів впливу на розплав є недостатнє вивчення факторів, що впливають на організацію і стан утвореного газометалевого потоку.

Удосконалення способів розкислення сталі з підвищенням ресурсозберігаючої ефективності та за умов забезпечення високої якості металопродукції у сировинних умовах металургійної галузі України залишається актуальним завданням. Прийнятою на більшості металургійних підприємств технологією розкислення сталі передбачається використання металевих розкислювачів та феросплавів (Al, FeSi, FeMn та ін.), продукти реакції яких у вигляді неметалевих включень частково залишаються в об'ємі розплаву і є однією з причин виникнення дефектів у готовій металопродукції.

Аналіз літературних джерел підтверджує необхідність теоретичного обґрунтування та лабораторно-промислового відпрацювання способу вуглецевого розкислення при випуску з конвертера шляхом використання вуглецевого потенціалу розплаву.

Сталевипускний канал (льотка) є важливим вузлом кисневого конвертера, головною функцією якого є організований випуск металевого розплаву в стальківш.

Згідно технічних умов тривалість випуску повинна становити від 4-5 хв. до 10-12 хв. Діаметр сталевипускного каналу коливається в межах 150-250 мм для конвертерів ємністю 150-400 тонн.

Особливості устрою сталевипускних конвертерів ємністю 250-350 тонн приведені на рис. 1. Раніше льотки виготовлялись «прямими» (рис. 1, а), тобто

під кутом 90° до вертикалі, зараз – «косими» (рис. 1, б), тобто під кутом $8-15^\circ$ до горизонталі. Льотка знаходиться в спеціальному блоці в верхній частині футерівки конвертера і набирається із магnezитових вогнетривких блоків, як правило циліндричного профілю з діаметром отвору 150-200 мм. Довжина каналу коливається в межах 1500-2000 мм. Останнім часом набувають розповсюдження монолітні сталевипускні канали на основі магnezитових порошків.

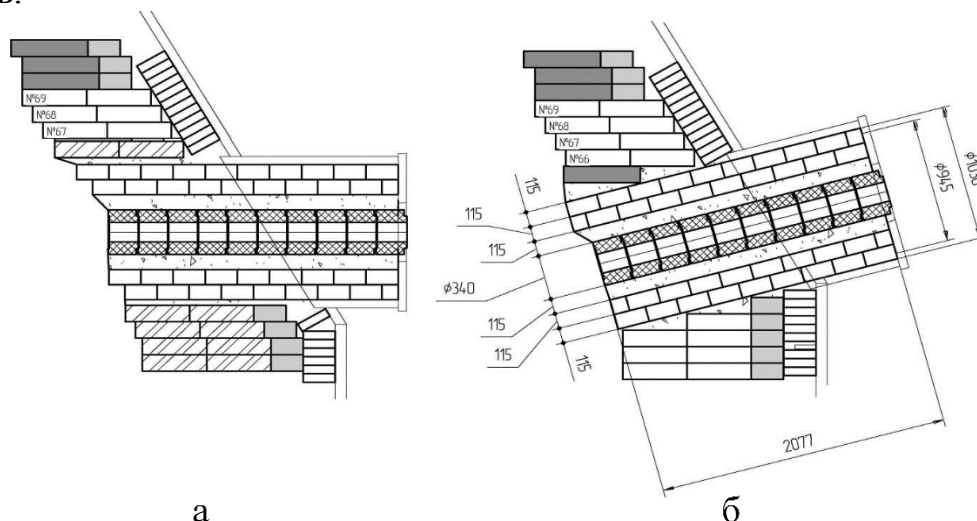


Рисунок 1 – Варіанти виконання штатних сталевипускних каналів «прямой» (а) і «косой» (б) форми

У зв'язку з розвитком позаагрегатних способів обробки розплаву і підвищенням вимог до чистоти сталі протягом останніх десятиліть активно ведуться роботи з розширення функцій сталевипускного каналу, до числа яких можна віднести відсікання високоокисленого шлаку на початку і в кінці випуску, захист потоку металевого розплаву від впливу навколишньої атмосфери, виконання операцій рафінування і розкислення (легування) розплаву. При цьому активно використовується потенційна енергія металевого потоку, який потрапляє в ківш з висоти 5-8 метрів.

Виконаний критичний аналіз технічної літератури вказує на можливість реалізації вуглецевого розкислення при витраті аргону в межах $0,4-1,2 \text{ м}^3/\text{т}$ сталі при відсутності високоокисленого шлаку [1]. Досягти таких умов в конвертері проблематично і є економічно недоцільним. Знизити активність шлаку можливо у ковші при використанні ефективного відсікання шлаку. Проте продувка аргонном з витратою, достатньою для вуглецевого розкислення, значно підвищить час обробки (20-60 хв.). До того ж обробка металевого розплаву в ковші аргонном з зазначеною витратою може призвести до утворення великих швидко спливаючих об'ємів газу, який використовується неефективно і може стати причиною виникнення аварійних ситуацій через викиди розплаву з ковша. Тому виникла ідея щодо застосування енергетичного потенціалу сталевипускного каналу конвертера для реалізації розкислення залишковим вуглецем в процесі випуску розплаву за рахунок обробки останнього інертним газом в робочому просторі льотки.

Для детального дослідження впливу конструктивних параметрів сталевипускного каналу на організацію потоку при його обробці аргоном виконали комплекс низькотемпературних експериментів на спеціальному лабораторному стенді (рис. 2). Масштабний коефіцієнт, витрати рідини і продувного газу на модельному стенді визначили з урахуванням критеріїв $We=idem$, $Ar=idem$, $Re=idem$. Дослідження з використанням дослідної конструкції сталевипускного каналу проводили з метою визначення закономірностей формування газорідного потоку і умов утворення захисної газової оболонки. Методика розрахунку, критерії подібності і детальний опис обладнання представлено в роботах [2-4].



Рисунок 2 – Вигляд лабораторної установки

1 – ємність з рідиною; 2 – продувний блок; 3 – випускний канал; 4 – приймальний ківш;
5 – манометр; 6 – колектор; 7 – ротаметр

З метою оцінки впливу ступеня організації газорідного потоку на утворення газової оболонки для захисту від впливу атмосфери проведено серію експериментів з використанням аргону. Ефективність захисної дії оболонки з аргону оцінювали по вмісту кисню у спливаючих у ковші бульбашках газу, що утворювались при потраплянні потоку рідини у ківш, за допомогою газоаналізатора типу ОКЦИ-5М.

У технічно чистому аргоні, який використовували для вдування у робочий простір сталевипускного каналу, вміст кисню складав 0,5-0,7%. Дослідний діапазон витрати аргону складав 0-0,6 м³/хв. (0-100).

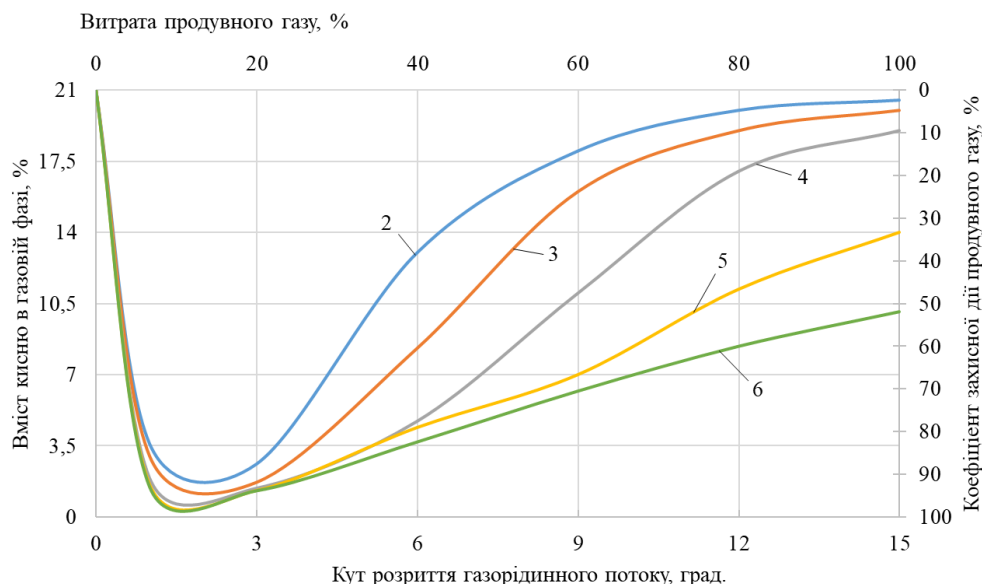
Ефективність захисної дії аргону оцінювали за наступною формулою:

$$K_{Ar} = 100 - 4,762 \cdot (\{O_2\} - \{O_2\}_{Ar}),$$

де K_{Ar} – коефіцієнт ефективності захисної дії газової оболонки, %;

$\{O_2\}$ і $\{O_2\}_{Ar}$ – вміст кисню у захисній оболонці і технічно чистому аргоні відповідно, %.

За результатами вимірювання і аналітичних розрахунків була побудована діаграма (рис. 3).



Залежність насиченості газорідного потоку киснем при збільшенні кута розкриття для різної кількості сопел

Рисунок 3 – Залежність насиченості газорідного потоку киснем при збільшенні кута розкриття для різної витрати газу і кількості сопел
цифри біля кривих – кількість сопел в продувальному блоці

Аналіз отриманих даних (рис. 3) показав, що при нульовій витраті газу вміст кисню у пробах складає 21%. Найменші значення вмісту кисню 1-3% були отримані при витраті продувального газу 10-20% від максимального значення. При цьому коефіцієнт захисної дії газу становить 90-95%. Подальше збільшення витрати продувального газу призводить до збільшення кута розкриття ГРП і, як наслідок, до збільшення вмісту кисню в газівій фазі і зменшення захисної дії газу. Встановлено, що збільшення кількості продувних сопел з двох до шести сприяє підвищенню організації потоку в більшому діапазоні витрат продувального газу. Так при застосуванні 6 соплового блоку концентрація кисню не перевищує 10,5% при максимальній витраті газу у дослідному діапазоні при куті розкриття потоку 15°. При застосуванні 2-соплового блоку на значенні 50% витрати продувального газу кут розкриття ГРП становить 7-8°, а вміст кисню в газівій фазі складає близько 17%. Подальше збільшення витрати газу призводить до повного зникнення його захисної дії.

Таким чином, зі збільшенням кута розкриття потоку від 1° до 15° ефективність захисної дії продувального газу знижується з 90-95% до 0-50%, а вміст кисню в газівій фазі зростає з 1,2-1,5% до 10,3-20,5%. Показано, що без перевищення кута розкриття 3° ефективність захисної дії аргону становить 99-92% в дослідному діапазоні витрат газу. Встановлено, що шляхом

максимізації витрати газу (в межах дослідного діапазону) можна отримати коефіцієнт захисної дії в межах 80-90% при куті розкриття потоку 3-6°. Тому для підвищення ефективності захисної дії продувного газу від впливу на газорідний потік атмосферного кисню доцільним є максимізувати кількість сопел в продувному блоці.

Посилання

1. Бойченко Б.М. Конвертерное производство стали: теория, технология, качество стали, конструкция агрегатов, рециркуляция материалов и экология: [учеб.] / Б.М. Бойченко, В.Б. Охотский, П.С. Харлашин. – Днепропетровск: РВА «Дніпро – ВАЛ». – 2006. – 454 с.
2. Похвалітий А.А., Сігарьов Є.М., Чубін К.І., Полетаєв В.П., Похваліта О.В. Формування газометалевого потоку в умовах «хімічного» вакууму у сталевипускному каналі // Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки). Кам'янське: ДДТУ, 2019, вип.1(34) – С. 3-8.
3. Повышение эффективности технологии выпуска металла из конвертера. Модель взаимодействия струи с газом в полости летки (сообщение 1) / А.П. Огурцов, А.Д. Кулик, М.А. Кашеев, А.А. Похвалитый, С.С. Сотниченко // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Серія: технічні науки. – Дніпродзержинськ, 2013. – №3(23). – С.21-26.
4. Кулик А. Д. Совершенствование выпуска стали из конвертера / А. Д. Кулик, М. А. Кашеев, А. А. Похвалитый // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2013. – №1. – С. 18-20.

ANALYSIS OF METAL SCRAPS OF MANGANESE FERROALLOYS AND THE POSSIBILITY OF USING THEM TO OBTAIN FERROMANGANESE FeMn88

*Assoc. Prof., Cand. of Sciences in Technology Ihor Vodin
Ukrainian State University of Science and Technology. Dnipro, Ukraine*

Introduction. The use of secondary material resources is important for increasing the efficiency of ferroalloy production, as obtaining primary raw materials is becoming more and more expensive and leads to significant environmental pollution. One of the directions for reducing the material intensity of products and saving raw materials is to increase the level of use of secondary material resources - waste that is inevitably generated in the field of material production.

Presenting main material. In the process of production of manganese ferroalloys at JSC "NZF", inevitable technological losses of manganese are formed

both in the oxide form (waste slags, gas treatment sludges) and in the form of metal waste. The main types of metal waste can be classified according to the technological stage of their formation.

The process flow diagram of manganese ferroalloys production at JSC "NZF" includes the following stages: preparation of charge materials and feeding them to the furnace; smelting of alloys in an ore-smelting electric furnace; tapping of metal and slag from the furnace into the ladle; holding of the alloy in the ladle; draining and thickening the remaining slag in the ladle; alloy casting on a casting machine; alloy preparation before shipment to the consumer. At each of the stages described above in the production of manganese alloys, part of the manganese is lost and becomes reversible or irreversible waste. The distribution of elements among the melting products [1,2] is showing in the Table 1. Manganese losses in the form of metal waste (Table 1) are: silicomanganese 8-12%, ferromanganese 8-13%. Significant losses of manganese occur during the production and casting of the metal (Table 2).

Table 1 - The distribution of elements between the products of melting of commercial silicomanganese (numerator) and high-carbon ferromanganese (denominator), %

Smelting products	Manganese	Silicon	Phosphorus
Metal	$\frac{76-81}{74-78}$	$\frac{40-48}{8-10}$	$\frac{82-86}{80-85}$
Slag	$\frac{10-14}{12-16}$	$\frac{50-60}{70-80}$	$\frac{2-4}{2-3}$
Waste	$\frac{4-8}{5-8}$	$\frac{3-5}{6-8}$	$\frac{4-6}{3-5}$
Scrap	$\frac{2-4}{3-5}$	$\frac{1-3}{2-4}$	$\frac{2-5}{2-4}$
Sludge	$\frac{2-5}{4-6}$	$\frac{2-4}{3-5}$	$\frac{4-6}{3-4}$
Losses with dust and unaccounted losses	$\frac{1-2}{1-2}$	$\frac{0,5-1}{0,5-1}$	$\frac{1-2}{2-3}$

Indicated in the table 2 shows that 70% of commercial silicon manganese metal waste and 58% of high-carbon ferromanganese metal waste are associated with slag, mostly in the form of metal shots. According to the current technology, manganese ferroalloys are casted on M720-II type casting machines, the differentiated types of metal loss at this stage are shown in Table 3.

Metal scrap is formed by splashes of the alloy when pouring it into the reservoir of a casting machine, is collected by scrap-nets and, and in case it is not contaminated by slag particles, corresponds to the composition of the casted alloys. The fractional composition of scrap is shown in Table 4.

Table 2 - Losses of manganese ferroalloys during release and pouring

Type of waste	Mass of losses, %	
	MnSi17	FeMn78
Losses of metal with slag crust during the metal tapping from the furnace, thickening of slag, alloy residues from the ladle during casting	5,3	3,9
Slag and metal build-ups on the lining of the ladle	0,2	1,4
Metal waste from the ladle during casting	2,45	3,85
Total waste:	7,95	9,15
including metal	2,45	3,85
slag with metal	5,5	5,3

Table 3 - Losses of manganese ferroalloys during casting

Type of waste	Mass of losses, %	
	MnSi17	FeMn78
Metal scrap	1,1	1,73
Metal build-ups in metal receivers and launders	1,28	2,05
Ingots (returns from casting)	0,07	0,065
TOTAL	2,45	3,85

Table 4 - Granulometric composition of metal scrap

Alloy	Fraction, mm					
	> 16	10-16	6-10	1- 6	0,3-1	< 0,3
MnSi17	9	19	13	57,5	2,0	0,5
FeMn78	6	11	6	60,5	13	3,5

The major part of scrap is represented by fraction 1-6 mm. High-carbon ferromanganese scrap contains a significant amount of small fractions < 1mm - up to 16.5%. Non-metallic impurities in scrap are mainly represented by lime dust (1-3%). Metal build-ups in metal receivers and launders consist of scraps and crusts of fraction 150-600 mm and contain a significant amount of slag inclusions and sand (up to 20%). The returns from the casting machines, which are formed due to the sticking of the alloy ingots to the surface of the casting molds, are represented by a fraction of 50-150 mm and according to their chemical composition correspond to the composition of the casted alloys.

In connection with the increased needs for the supply of ferroalloys in a fractionated form, a significant number of substandard (0-5; 0-10; 0-30 mm) fractions of alloys are formed in the process of crushing and fractionation - fractionation screening. Screening is also formed when ingots are screened without prior crushing (Table 5).

The yield of substandard fractions (<20 mm) when sieving alloys on a screen is 7% for commercial silicomanganese and 9% for high-carbon ferromanganese (Table 6). The major part of the metal consists of fractions of 50–100 and 100–200 mm, the total of which reaches 70 and 68%, respectively. The results of studies on sieving substandard fines are shown in Table 6.

Table 5 - The granulometric composition of the metal without preliminary crushing

Alloy	Fraction, mm					
	> 200	100-200	50-100	20-50	5-20	0-5
MnSi17	4	45	25	19	5	2
FeMn78	2	44	24	21	6	3

Table 6 - Granulometric composition of the alloys of non-standard fraction, % (-20mm)

Alloy	Fraction, mm		
	10-20	5-10	0-5
MnSi17	32	33	35
FeMn78	25	35	40

As can be seen from Table 6, the part of small fractions, less than 10 mm in size, consists of significant quantity of alloy screening, corresponding to 63 and 75%.

The classic technology for obtaining fractionated ferroalloys consists in mechanical crushing of products and their further screening. When obtaining high-carbon ferromanganese fractions of 5-50 mm, the casted and cooled metal is subjected to crushing and screening on grids with cell sizes of 50x50 and 5x5 mm. At the same time, the output of the commercial product is 83%, substandard metal waste is 17%.

When sieving the fraction of 0-5 mm, the amount of which is predominant in the sieves, it was established that it is mainly represented by particles smaller than 2 mm (50-60%). It noted a decrease in the manganese content by 1-2% and an increase in the concentration of non-metallic inclusions to 6-7% (with their usual content of 3-4%).

The scrap from the meshes of casting machines is mainly represented by a fraction of 3-5 mm (60-70%). Monitoring the humidity of the initial samples of metal waste [2] showed that in the fractioned screenings and metal build-ups from the launders the moisture content is 0.17-0.35%, while at the same time its concentration in scrap from the meshes of casting machines is much higher - 4.6%. The bulk mass of fractioned screenings is 3.2-3.3 t/m³ for the 0-5 mm fraction, 2.9-3.0 t/m³ for the 0-20 mm fraction, and 4.2 t/m³ for substandard fines of commercial silicomanganese (0-5 mm fraction), the temperature of the beginning of softening is 1453K, the end of melting is 1618K.

The main methods of recycling substandard metal waste, both slag and metal, are their reuse as part of the original charge when producing commercial silicomanganese and high-carbon ferromanganese. At the same time, the extraction of manganese from metal waste does not exceed 82% [3,4].

At the same time, it is advisable to use manganese ferroalloy metal waste in refining electric furnaces to obtain new types of ferroalloys and ligatures characterized by high quality and technological properties or to use them as a reducing agent or precipitant [4].

Conclusions:

1. For the production of medium-carbon ferromanganese, it is most expedient to use scrap and fractioned screening, which have a stable chemical composition, are least contaminated by non-metallic inclusions and have an appropriate granulometric composition.

2. In the technological process of the silicothermic method of obtaining an alloy, metal waste of commercial ferrosilicomanganese can be used as a reducing agent, and high-carbon ferromanganese - as a metal additive.

References

1. Суспензійне розливання марганцевих феросплавів./Ігнат'єв В.С, Тхоревський В.С., Столяр О.Ю. та інших. // Сталь.- 1987.-N5.- С.41- 44.
2. Передовий досвід утилізації вторинних ресурсів виробництва марганцевих феросплавів. А.М. Овчарук, Б.Ф. Величко, І.П. Рогачов, С.Г. Грищенко, Г.Д. Ткач. М: Металургія, 1991. 140 с.
3. Комплексне використання техногенних відходів при виробництві марганцевих феросплавів. / Величко Б.Ф., Гаврилов В.О., Грищенко С.Г. та ін // Тез.доповідей міжн. наук.-практ. конф. "Сучасний стан та перспективи розвитку електротермічного виробництва кольорових металів, феросплавів та інших неорганічних матеріалів".-Дніпропетровськ. – 1994.-С.131-132.
4. Властивості та склад металовідходів виробництва марганцевих феросплавів. / Гладких В.А., Ткач Г.Д., Чумаков А.А. та ін.// Тез.доповідей міжн.наук.-практ.конф."Сучасний стан та перспективи розвитку електротермічного виробництва кольорових металів, феросплавів та інших неорганічних матеріалів".- Дніпропетровськ.-1994. -С.120-121.

ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ ПРИ ОБРОБЦІ СТАЛІ КАЛЬЦІЄМ

*Аспірант Р.М. Губа, магістрант К.П. Костяний,
доц., канд. техн. наук А.А. Надточій*

***Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна***

Сучасні способи виробництва сталі і сплавів не дають можливості отримати метал, який не містить неметалевих включень. Більша або менша кількість включень існує в будь-якій сталі відповідно за її складом і умов виробництва. У сучасній металургії більшість сталей розкислюють алюмінієм, проте глинозем при загальній відносно високій чистоті сталі викликає різке погіршення рідини, затягування каналів розливних стаканів. Кристалічні гострокутні включення, як концентратори напруги та осередки руйнування металу, особливо небезпечні в умовах крихкості сталі при

низьких температурах та великих миттєвих навантаженнях [1]. Ковшова обробка сталі з введенням кальцію стала загальноприйнятою технологією в сучасних сталеплавильних цехах. Цією обробкою модифікують природу включень і покращують якість сталі. Введення кальцію в рідку сталь трансформує тверді глиноземні включення до включення алюмінату кальцію. Алюмінати кальцію знаходяться в рідкому стані при температурі розливання. При раскисленні сталі алюмокальцієм склад продуктів розкислення визначається діаграмою стану $\text{FeO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$. Аналіз даної діаграми показує можливість утворення наступних неметалевих фаз: моно-, бі- і гексаалюмінатів кальцію, оксидів кальцію і алюмінію, герцініта, оксидного розплаву (FeO , CaO , Al_2O_3), а також газоподібного кальцію.

В роботі [2] представлені результати розрахунку поверхні розчинності компонентів в металі системи $\text{Fe}-\text{Ca}-\text{Al}-\text{O}$ при 1600°C (див. рис.1).

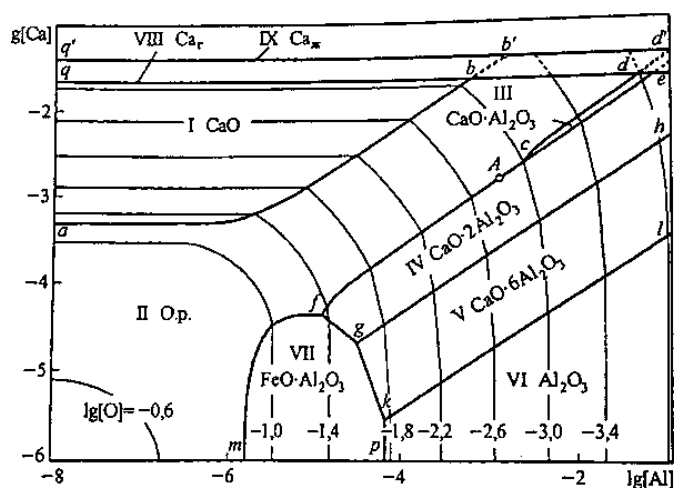


Рисунок 1 – Результати розрахунку поверхні розчинності компонентів в металі системи $\text{Fe}-\text{Ca}-\text{Al}-\text{O}$ при 1600°C : область VIII – $p_{\text{заг}} = 100 \text{ кПа} \approx p_{(\text{Ca})}$; область IX – $p_{\text{заг}} = p_{(\text{Ca})}^{\text{нас}} = 185 \text{ кПа}$ [2]

На рисунку 1 показано, що при $[\text{Al}] = 0,01-0,001 \text{ \% (мас.)}$ і $[\text{Ca}] = 0,001 \text{ \% (мас.)}$ в рівновазі з металом повинні знаходитися алюмінати кальцію.

На Молдавському металургійному заводі передбачена виплавка високовуглецевої сталі без обробки на вакууматорі (VD) (середня вага плавки - 120 т) та з обробкою на VD (середня вага плавки – 105 т) з використанням в якості шихтових матеріалів габаритного брухту (3А), чавуну переробного (30А), можливе застосування гарячебрикетованого заліза (ГБР). Для прискорення процесів десульфурації та видалення неметалевих включень застосовують дріт SiCa , FeCa до 150 м. Роздільне введення FeCa , SiCa проводиться з метою коагуляції неметалевих включень та асиміляції їх у рафінувальному шлаку. Витрата дроту кальцію змінюється залежно від вмісту алюмінію в останній пробі з ківш-печі, від черговості в серії, а також від масового наповнення дроту. Рішення термодинамічного завдання про рівноважний склад металевої і сполученої з нею оксидної фази для умов розкислення і модифікування сплавами з кальцієм дозволяють оптимізувати

склади багатокомпонентних лігатур і встановити оптимальні умови їх використання при рафінуванні сталі.

Склад неметалевих включень оцінили термодинамічним розрахунком в припущенні, що металева і оксидна фаза перебувають у рівновазі. В роботі представлений розрахунок рівноважного складу оксидних неметалевих включень для високовуглецевої сталі 70, склад, якої прийнятий для розрахунку, відповідає середньому складу сталі і представлений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Склад сталі прийнятий у розрахунку

Елемент	Вміст, %	Елемент	Вміст, %	Елемент	Вміст, %
C	0,70	Ca	0,0011	S	0,003
Mn	0,62	B	0,00186	N	0,0063
Si	0,18	Cr	0,03	V	0,002
Al	0,0024	Ni	0,08	Mo	0,007
P	0,097	Cu	0,16	Fe	ост.

Для отримання даних про склад і кількість неметалевих включень в даній сталі використали термодинамічну базу даних “HSC Chemistry 6”. Рівноважний вміст кисню розрахований за методикою [3]. Аналіз розрахунку показує, що термодинамічно можливо утворення таких неметалевих включень як (див. рисунок 2:

алюмосилікати – $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$;

силікати марганцю – $2\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$, $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$;

силікати заліза – $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$, $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$;

алюмінати – $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$,

а також Al_2O_3 , FeO , MnO , SiO_2 , причому вміст $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ до 20% мас., по $\approx 10\%$ – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ та $2\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$. Вміст силікатів складає більш 60% мас.

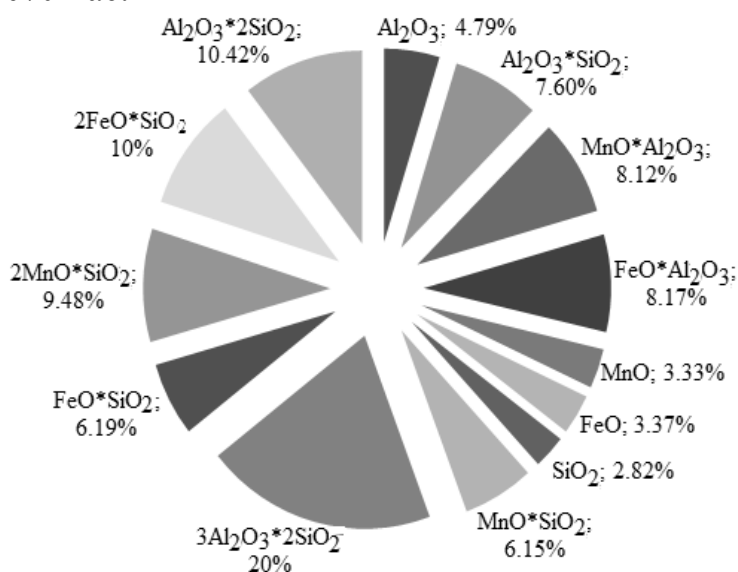


Рисунок 2 – Діаграма вмісту неметалевих включень, мас. %

Механізм модифікування неметалевих включень кальцієм передбачає трансформацію глиноземних та силікатних включень в алюмінати кальцію, що залишаються рідкими при температурі розливу. Розрахунок показав, що введення кальцію в систему змінює склад і кількість неметалевих включень (рисунок 3).

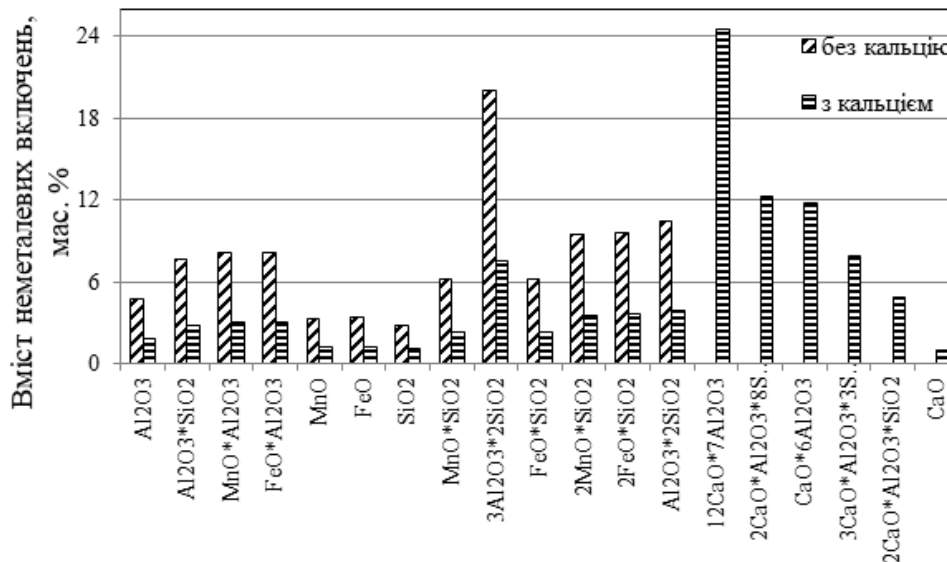


Рисунок 3 – Фазовий аналіз неметалевих включень при обробці кальцієвмісними компонентами, мас. %

Термодинамічно імовірніше утворення неметалевих включень складу $12\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, вміст яких доходить до 25 мас.%, а також до 12 мас.% $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ та $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$. Додавка кальцію призводить до зниження кількості $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, а так само $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$, $2\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ і інших включень. Вміст силікатів знижується до 25 мас.%.

Обробка сталі сплавами з кальцієм призводить до трансформації включень корунду в алюмінатні включення. Розкислення сталі сплавами з кальцієм дозволяє отримати сприятливі за природою, складом і формою неметалевих включень, що не деформуються і не руйнуються при прокатці.

Кількість засвоєного кальцію, морфологія та склад включень залежать, перш за все, від зміни концентрації алюмінію, кисню та сірки у розплаві. При розгляді питання зміни неметалевих включень при обробці кальцієм необхідно відзначити наступне. При обробці розплаву кальцієм збільшення концентрації алюмінію створює передумови для виділення сульфідів кальцію CaS , які, маючи високу температуру плавлення, погіршують рідину і не меншою мірою, ніж глинозем, закупорюють розливні склянки. Таким чином, чим більше алюмінію та сірки в розплаві, тим більш обмежені умови для досягнення ефектів обробки рідкої сталі кальцієм. Обробці кальцієм слід піддавати розплав після попередньої десульфурації. Параметр, що вимагає пильної уваги щодо величини присадки кальцію, – концентрація загального кисню. Кількість засвоєного рідкою сталлю кальцію у тому чи іншому

вигляді більшою мірою визначається вмістом кисню. Слід враховувати, що при малому вмісті загального кисню перед обробкою дротом кальцій, що засвоюється понад ту кількість, яка необхідна для утворення рідких алюмінатів, існує у вигляді сульфиду кальцію. З наведених закономірностей випливає, що для визначення кількості кальцію, що вводиться в розплав, необхідний контроль вмісту алюмінію, кисню і сірки перед обробкою.

Висновки

1. Склад неметалевих включень оцінили термодинамічним розрахунком в припущенні, що металева і оксидна фаза перебувають у рівновазі. Вміст $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ до 20% мас., по $\approx 10\%$ – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ та $2\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$. Вміст силікатів складає більш 60% мас. Введення кальцію в систему змінює склад і кількість неметалевих включень. Додаток кальцію призводить до утворення $12\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, вміст яких доходить до 25 мас.%, а також до 12 мас.% $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ та $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$. Вміст силікатів знижується до 25 мас.%.

2. Для визначення кількості кальцію, що вводиться в розплав, необхідний контроль вмісту алюмінію, кисню і сірки перед обробкою.

Посилання

1. Внепечная обработка расплава порошковыми проволоками / Д.А. Дюдкин, С.Ю. Бать, С.Е. Гринберг, В.В.Кисиленко, В.П.Онищук. Донецк: Юго-восток, 2002. 296 с.
2. Михайлов Г. Г., Чернова Л. А. Термодинамический анализ процессов раскисления стали кальцием и алюминием. *Электрометаллургия*. 2008. № 7. С. 6-8.
3. Физико-химические расчёты электросталеплавильных процессов. В.А. Григорян, А.Я. Стомахин, А.Г. Пономаренко [и др.]. М.: Металлургия, 1989. 288 с.

ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДУ, СТРУКТУРИ ТА ПЕРЕТВОРЕНЬ У БОРИДНИХ ВКЛЮЧЕННЯХ В СТАЛІ 04X14T3P1Ф

*Докт. техн. наук, проф. С.І. Губенко,
канд. техн. наук В.М. Беспалько*

**Інститут чорної металургії НАН України,
УДУНТ: Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,
м. Дніпро, Україна**

Вступ. Розробка та вдосконалення конструкційних матеріалів для обладнання нового покоління АЕС підвищеної безпеки та ресурсу є актуальним завданням [1]. Високохромисту сталь 04X14T3P1Ф застосовують для виготовлення чохлів шестигранних труб, що використовуються при транспортуванні до місця регенерації та зберігання відпрацьованих тепловиділяючих збірок (ТВЗ) атомних електростанцій. При введенні в сталь

бору утворюється велика кількість боридів, що негативно впливає на її механічні властивості та технологічну пластичність в процесі виробництва гарячекатаних труб [2, 3]. Метою роботи було вивчення природи боридних включень в сталі 04X14T3P1Ф.

Матеріали та методики досліджень. Дослідження проводили на зразках, відібраних від трубної заготовки сталі 04X14T3P1Ф промислової плавки, а також від гарячедеформованих труб (деформація за температур 1100 і 1150°C). Ідентифікацію боридних включень проводили металографічним методом та рентгеноструктурним методом (ДРОН-2,0) [4], а також за допомогою мікроаналізатора РЕММА 102-02. Проводили термогравіметричний аналіз із записом кривих ДТА. Вимірювали мікротвердість боридів та сталевих матриці.

Результати дослідження та їх обговорення. Як показав рентгено- та мікроструктурний аналіз, сталь феритного класу 04X14T3P1Ф містить велику кількість боридних фаз двох типів: світлі та темні включення, причому останні є гетерофазними (рис. 1, а, б). Наявність світліших ділянок в темних боридах, виявлена у відбитих електронах, свідчить про неоднорідності їх хімічного складу. За гарячої деформації борида крихко руйнувалися та їх уламки, що захоплені матрицею, розходилися на невеликі відстані (рис. 1, в).

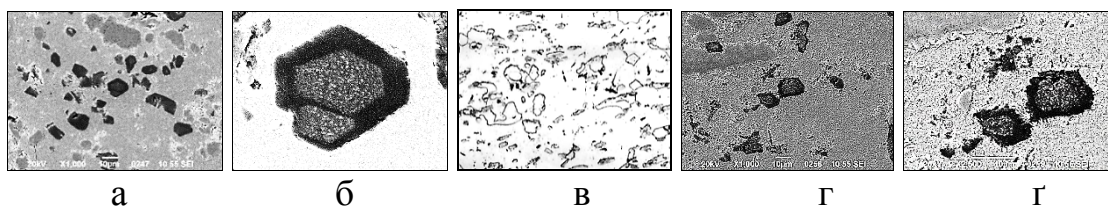


Рис. 1. Боридні включення в сталі 04X14T3P1Ф після деформації за 1100 °С (а, б, в) и 1150°C (г, г):

а, г - $\times 1000$, б - $\times 6500$, в - $\times 200$, г - $\times 2500$.

За допомогою рентгенівського спектрометра аналізували вміст елементів у боридах різного виду (ім присвоєні номери) та у феритній матриці після деформації за температур 1100, 1150°C. У таблицях 1, 2 наведено вміст хімічних елементів в боридних включеннях різних типів. Аналіз показав, що темні борида є гетерофазними включеннями складного складу. Вміст Ti у них був максимальним і коливався у межах 48...68%, вміст Cr та Fe був більшим в центральній частині боридів (7,4...9,9% Cr та 17...24% Fe), ніж у периферійній (5,9 ...6,6% Cr та 1,1...5,6% Fe) (табл. 1). Тому можна прийняти, що основою цих включень є складний борид на основі Ti складу $(Ti, Fe, Cr, V)_2B$, а оболонкою - борид $(Ti, Cr, V)_2B$, в яких є фаза, що містить V. Включення світлих боридів – на основі Fe, Cr - $(Fe, Cr)_2B$. Аналіз вмісту легуючих елементів в світлих боридах за температури 1100 °C показав, що борид 2 є боридом на основі Ti. У решти частинок світлої фази вміст бору не визначено. Відзначається коливання вмісту Cr і Fe, а кількість Ti була досить низька і становила 0,29...0,6%. В одних частинках світлих боридів вміст Cr і Fe знаходився приблизно на одному рівні (48...52%), а в інших - кількість Fe була вищою (83%), а вміст Cr був досить невисоким (15,5%).

Таблиця 1. Вміст хімічних елементів в боридних включеннях та феритній матриці після деформації за температури 1100°C

Фаза	Вміст хімічних елементів, % (ваговий)						
	B	Si	Ti	V	Cr	Fe	S
ділянка 1							
Темний борид 1, центр. частина	13,866	0,139	50,260	0,941	9,990	24,804	-
Темний борид 1, периф. частина	21,876	0,018	68,893	1,231	6,737	1,134	0,113
Матриця сталі (ферит)*	-	0,54	0,50	-	18,78	82,40	-
ділянка 2							
Світлий борид 1	-	0,20	0,91	0,53	45,93	52,43	-
Зруйнована ділянка темного бориду 2	9,406	0,068	79,231	-	2,968	8,158	0,194
Темний борид 2, центр. частина	26,17	0,086	48,4	0,805	7,707	16,831	-
Темний борид 2, периф. частина	31,516	-	55,059	0,934	6,601	5,890	-
Світлий борид 3	-	-	0,68	0,61	50,65	48,06	-
Темний борид 3, периф. частина	30,331	-	61,183	1,334	5,975	1,107	0,071
Темний борид 3, центр. частина	29,371	0,104	44,814	0,787	7,441	17,484	-
Світлий борид 4	-	0,74	-	0,29	15,53	83,80	-

*містить 0,48 % Al

За підвищенні температури деформації до 1150°C відбувається зміна складу, структури та форми боридів, що пов'язано з дифузійним перерозподілом їх хімічних елементів (табл. 2). Темний борид 3 на основі Ti ще зберігає гетерофазну будову. Однак його склад мало змінювався, і вміст основних елементів залишався на колишньому рівні (7...9% B, 59...77% Ti, 10% Cr, 4...23% Fe). Будова та склад боридів 1, 2, 5 значно змінюється: зменшується вміст Ti до 1,4...14%, V до 0,28...0,5%, збільшується вміст Cr до 12...37 %, Fe до 59,3...71,6%. Підвищується ступінь однорідності боридів. В деяких темних боридях вміст B не визначено, що пов'язано з похибкою методу дослідження. Слід зазначити, що в бориді 6 вміст основних елементів відповідає складу бориду на основі Ti: високий вміст Ti 58%, V - 1,2%, низький вміст Cr - 9,3%, Fe - 25%, але також присутній кисень в кількості 6,18%.

Підвищення температури мало змінює склад світлих боридів, але змінюється їх будова. В окремих ділянках частинок світлих боридів визначено вміст B; він невеликий 0,99...1,4%. При цьому зберігається нерівномірний розподіл Cr і Fe у включеннях світлих боридів: у частинках 1 - 4, 6 їх вміст становив 45...54 % Cr, 46...53 % Fe, у частинці 5 – 18,8 % Cr і 77,9 % Fe. Отримані дані свідчать, що світлі бориди є фазою з урахуванням Fe, чи Fe і Cr; вміст B у них невеликий.

Таблиця 2. Вміст хімічних елементів в боридних включеннях та феритній матриці після деформації за температури 1150°C

Фаза	Вміст хімічних елементів, % (ваговий)						
	B	Si	Ti	V	Cr	Fe	Al
ділянка 1							
Світлий борид 1	-	-	0,82	0,52	45,42	53,24	-
Матриця сталі (ферит)	-	0,40	0,39	0,36	15,15	83,15	0,17
Зруйнований темний борид 1	-	0,16	2,93	0,50	37,00	59,28	0,14
Зруйнований темний борид 2	-	0,46	1,40	0,28	14,56	82,71	0,18
ділянка 2							
Темний борид 3, центр. частина	0,625	-	60,996	1,331	10,971	26,077	-
Темний борид 3, периф. частина	-	0,07	85,14	1,67	9,65	3,47	-
Світлий борид 2	0,994	0,060	0,652	0,620	48,983	48,690	-
Матриця сталі (ферит)	-	0,37	0,84	-	14,83	83,43	0,23
Світлий борид 3	-	-	0,43	0,65	52,49	46,44	-
ділянка 3							
Світлий борид 4	-	0,19	0,43	0,38	-	68,87	0,15
Темний борид 4, периф. частина	8,830	-	76,639	1,616	9,323	3,592	-
Темний борид 4, центр. частина	6,799	-	59,202	1,226	10,190	22,582	-
Світлий борид 5	1,409	0,288	0,926	0,363	18,867	77,890	0,257
ділянка 4							
Світлий борид 6, ліва частина	-	-	0,83	0,68	48,77	49,71	-
Світлий борид 6, права частина	-	-	0,30	0,62	54,33	44,75	-
Матриця сталі (ферит)	0,538	0,358	0,604	-	14,819	83,137	0,179
Темний борид 5, центр. частина	1,010	0,362	14,430	-	12,360	71,624	-
Темний борид 6*	-	0,09	58,36	1,16	9,35	24,67	0,09

* містить 6,18 % O; 0,10 % S

Аналіз структури зразків сталі 04X14T3P1Ф після деформації за 1150°C показав, що в процесі деформації відбувається динамічна дифузійна взаємодія боридів з феритною матрицею, що призводить до їх дифузійного дроблення, розчинення та виділення нових дисперсних включень (рис. 1, г, г). Механізм дифузійного дроблення боридів пов'язаний з частковим розчиненням їх поверхні, проникненням елементів включень в феритну матрицю та їх взаємодією з дислокаціями, що рухаються, і, якщо часовий інтервал деформації дозволяє, утворенням нових дисперсних виділень – «сателітних» частинок, що оточують вихідні включення [4].

Аналіз кривих термогравіметричного аналізу свідчить про перетворення в самих боридних включеннях. На кривих DTA (крива зміни ентальпії), побудованих для зразків від заготовки (рис. 2, а) та гарячедеформованої сталі 04X14ТЗР1Ф (рис. 2, б) видно перегини різної величини за температур нижче 700 °С. За температур вище 900 °С для обох типів зразків спостерігається різка зміна ходу кривих DTA. У вихідній заготовці в феритній матриці присутні бориди, що не зазнали впливу термомеханічної дії, в гарячедеформованих зразках очевидний вплив термодетформаційної обробки на структуру боридних фаз.

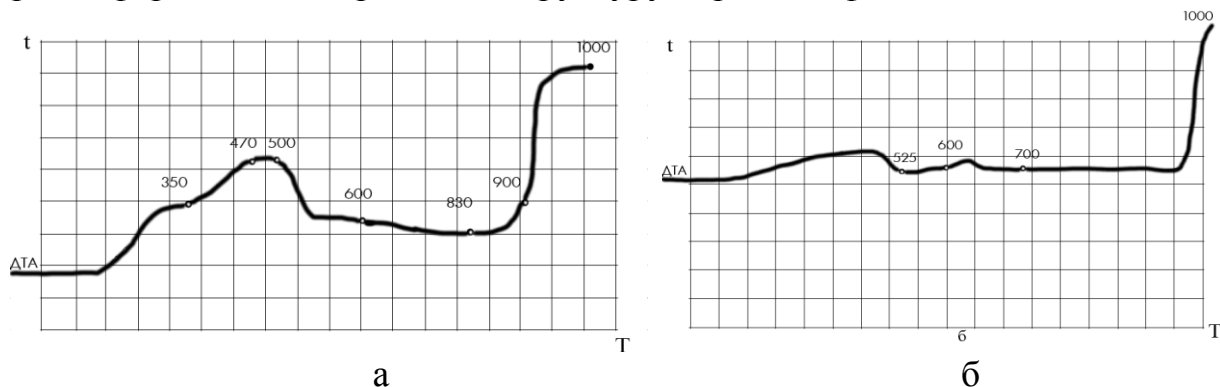


Рис. 2. Криві термогравіметричного аналізу зразків сталі 04X14ТЗР1Ф:
а – заготовка; б – гарячекатана сталь

Оскільки дана сталь в усьому досліджуваному інтервалі температур знаходиться в феритному стані, перегини на кривих DTA обумовлені перетвореннями, що проходять в боридних включеннях. Можливо, за більш вищої температури деформації здійснюється боридне перетворення $(\text{Ti, Fe, Cr})_2\text{B} \rightarrow (\text{Fe, Cr})_2\text{B}$. Боридне перетворення можливе також в процесі нагрівання сталі 04X14ТЗР1Ф під деформацію, або при охолодженні після деформації, що впливає на властивості боридних включень.

Матриця сталі 04X14ТЗР1Ф являє собою легований ферит, що містить 83% Fe, 14,8...18,8%Cr, 0,4...0,8%Ti, 0,3...0,38% Ni. В деяких ділянках визначали присутність В та V, у кількості 0,54 та 0,4% відповідно. Розміри боридів, а також значення мікротвердості боридів і матриці наведені в таблиці 3. Ці дані свідчать про розвиток процесів зміцнення не тільки у феритній матриці, а й у боридних включеннях, що повинно викликати підвищення характеристик міцності сталі і її деформованості.

Таблиця 3. Розмір боридів D_b , мікротвердість боридів $H\mu^b$ і матриці $H\mu^m$ сталі 04X14ТЗР1Ф

Стан металу	бориди на основі Fe-Cr		бориди на основі Fe-Ti		феритна матриця
	D_b , мкм	$H\mu^b$, МПа	D_b , мкм	$H\mu^b$, МПа	$H\mu^m$, МПа
Вихідна заготовка	90...15	3830	55...10	5490	2630
Гарячекатана труба	45...10	5490	20...52	7860	3210

Висновки. В сталі 04X14T3P1Ф виявили два типи боридних включень: $(\text{Ti,Fe,Cr,V})_2\text{B}$ з оболонкою $(\text{Ti,Cr,V})_2\text{B}$ та $(\text{Fe,Cr})_2\text{B}$, що мають значну хімічну неоднорідність. В процесі гарячої деформації відбуваються фазові та структурні трансформації: зміна складу боридів внаслідок перерозподілу елементів, динамічне дифузійне дроблення та виділення «сателітних» частинок, крихке руйнування боридів, боридне перетворення $(\text{Ti,Fe,Cr})_2\text{B} \rightarrow (\text{Fe,Cr})_2\text{B}$.

Посилання

1. Горынин И.В., Карзов Г.П., Филимонов Г.Н. Разработка и совершенствование конструкционных материалов для оборудования нового поколения АЭС повышенной безопасности и ресурса / В кн. Сучасне матеріалознавство XXI сторіччя. - Киев: Наукова думка, 1998. - с. 279-283.
2. Губенко С.И., Беспалько В.Н., Жиленкова Е.В. Исследование технологической пластичности бористой стали при разных режимах деформации / Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. труд. ПГАСА. - вып. 32. - ч.1. - Днепропетровск: 2005, с. 231- 236.
3. Губенко С.И., Беспалько В.Н., Жиленкова Е.В., Сеницына Ю. П. Влияние боридов на технологические свойства высокохромистой стали / Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. труд. ПГАСА. - вып. 58. – Днепропетровск: 2011. с. 207- 210.
4. Губенко С.И., Ошкдеров С.П. Неметаллические включения в стали. - Киев: Наукова думка, 2016. - 528с.

ПРО РІВЕНЬ ПЛАСТИЧНОСТІ МІЖФАЗНИХ ГРАНИЦЬ ГЕТЕРОФАЗНИХ ВКЛЮЧЕНЬ «ДИСПЕРСНІ ФАЗИ В НЕМЕТАЛЕВІЙ МАТРИЦІ» ЗА ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ СТАЛЕЙ

Докт. техн. наук, проф.^{1,2} С.І. Губенко,

докт. техн. наук, ст. наук. співр.¹ Е.В. Парусов

¹Інститут чорної металургії НАН України

*²УДУНТ: Придніпровська державна академія будівництва та
архітектури, м. Дніпро, Україна*

Вступ. Існують різні типи гетерофазних неметалевих включень в сталях, які мають різноманітні фазовий склад і структуру міжфазних границь включення-матриця і внутрішніх границь між фазами [1-4]. Відомо, що окремі фази мають різну пластичність за будь-яких температур деформації [2, 5, 6], що має великий вплив на рівень пластичності гетерофазних включень. На показники їх пластичності впливають напруження, що виникають на міжфазних границях обох типів. Поведінка цих міжфазних границь залежить від температури деформації, яка визначає можливості їх пластичної поведінки

(просковзування) або руйнування під час навантаження [2, 6 - 10]. **Метою роботи** було вивчення рівня пластичності міжфазних границь гетерофазне включення «дисперсні фази в неметалевій матриці»-матриця сталі та внутрішніх міжфазних границь у включеннях в інтервалі температур гарячої деформації.

Матеріали та методики досліджень. Зразки сталей 08Т, 08Ю, 08ГСЮТФ піддавали розтягуванню за температур 25...1200 °С на пристроях ІНСТРОН-1195 та ІМАШ-5С, швидкість переміщення захватів становила 20 мм/хв. Перед випробування на полірованій поверхні зразків наносили бази реперних точок (рис. 1). Вивчали параметри мікронеоднорідної деформації поблизу включень за методиками, наведеними у роботах [2, 6]: коефіцієнт концентрації деформації K_ε , інтенсивність деформації η_i , середня мікроскопічна деформація $\bar{\varepsilon}$.

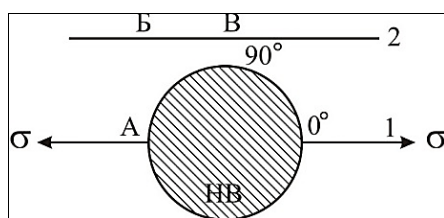


Рис. 1. Схема нанесення на поверхні шліфів реперних точок на лініях 1 та 2 поблизу неметалевого включення перед деформацією розтягуванням

Застосовували методи дослідження: петрографія [2, 6], оптична мікроскопія (Neophot-31), мікрорентгеноспектральний аналіз («Cameca MS-46, Nanolab-7»),

Результати дослідження та їх обговорення. Гетерофазні включення «дисперсні фази в неметалевій матриці» складаються з «неметалевої» матриці (сульфідної, оксидної, силікатної, тощо) ф-м1, в якій присутні дисперсні частинки надлишкової другої фази (оксиди, нітриди, карбонітриди, силікати) д2, яка виділилася з пересиченого рідкого або твердого розчину (яким є «неметалева» матриця) (рис. 2, а). Такі включення представляють собою дисперсні композитні формування. Вони контактують із сталевою матрицею через міжфазні границі ф-м1↔м, що містять мікроділянки д2↔м у місцях присутності частинок дисперсної фази д2. Крім того, вони містять внутрішні замкнені міжфазні границі ф-м1↔д2. Розвиток просковзування уздовж границь включення-матриця, насамперед, контролюється рівнем пластичності «матричної» фази ф-м1 (рис. 2, б).

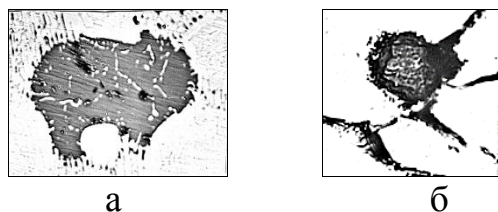


Рис. 2. Включення $(\text{Mn,Fe})\text{S}+(\text{Mn,Mg})\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ в сталі 08Ю до (а) та після (б) деформації за температури 1110 °С: $\times 1000\times 2$

Дослідження показали, що відсутність проковзування уздовж границь включення-матриця сталі за температур нижче 800 ... 900 °С в мікроінтервалі на реперній лінії 1, що перетинає міжфазну границю ф-м1 ↔ м, яка містить мікроділянки д2 ↔ м, а також внутрішні міжфазні границі ф-м1 ↔ д2, як у випадку недеформованих, так і у випадку пластичних «матричних» фаз ф-м1 параметри деформації $\eta_i = -1$, $K_\varepsilon = 0$. На кривих розподілу мікронеоднорідної деформації на цих ділянках маємо провали пластичності, навіть за пластичної поведінки «матричної» фази включення, та сталевій матриці (рис. 3, а, кр. 1, рис. 3, в, кр. 1, 2) [2, 6]. Це означає, що обидва види міжфазних границь не беруть участі у пластичній деформації.

Просковзування за високих температур (1000...1200 °С) призвело до появи «сплесків» η_i на міжфазних границях ф-м1 ↔ м, що містять мікроділянки д2 ↔ м, як з недеформованими (рис. 3, а, кр.2; рис. 3, в, кр. 3), так і з пластичними фазами ф-м1 включень. І якщо на лінії 1 це одиничний сплеск, то на лінії 2, що проходить уздовж міжфазної границі, спостерігається різка активізація деформації у включень з різними фазами ф-м1 (рис. 3, б, кр.2; рис. 3, г, кр. 3).

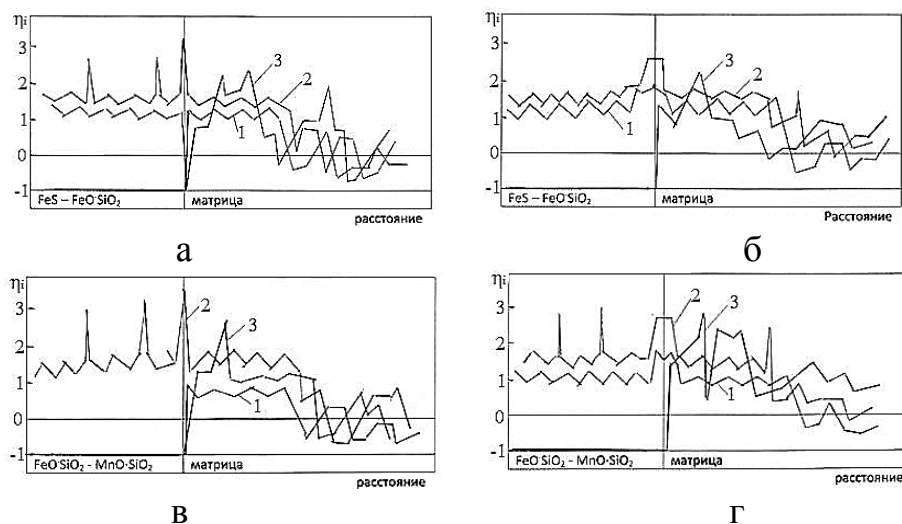


Рис. 3. Розподіл мікронеоднорідної деформації уздовж реперної лінії 1 (а, в) і 2 (б, г) поблизу включень:

а, б – кр. 1, 2 – відповідно 25 и 1000 °С; в, г – кр. 1, 2, 3 - відповідно 25, 900 и 1200 °С

Піки або «сплески» на лінії 1 безпосередньо на міжфазній границі включення-матриця ф-м1 ↔ м, що містить мікроділянки д2 ↔ м, слід відрізняти від зон підвищеної деформації в сталевій матриці поблизу гетерофазних включень «дисперсні фази в неметалевій матриці», які виявляються за будь-якій температури деформації. Вони відповідають максимальним значенням η_i сталевій матриці для кожного типу сталі та температури, як у разі недеформованих фаз ф-м1 включень та певним значенням η_i сталевій матриці і включення – у разі пластичної поведінки останніх. Отже, за високотемпературної деформації просковзування на міжфазних границях ф-м1 ↔ м, що містять мікроділянки д2 ↔ м, бере на себе провідну роль у розвитку деформації, про що свідчать не лише

самі по собі «сплески» деформації, а й значення параметрів η_i , ε_i , K_ε , які істотно перевищують аналогічні параметри в сталевій матриці подалі від гетерофазних включень досліджуваного типу.

Активізація деформації уздовж реперної лінії 2 очевидно пов'язана з інтенсивною акомодациєю деформації сталевій матриці поблизу включень, викликаній просковзуванням уздовж границь ф-м1 $\leftrightarrow$ м, що містять мікроділянки д2 $\leftrightarrow$ м. Тут рівень η_i і K_ε досягає значень, близьких до таким для границь включення-матриця у однофазних включень з різною пластичністю (рис. 3, г, кр. 3) [2, 6, 11]. Слід зазначити, що акомодацийні процеси біля включень зводять нанівець відмінність в інтенсивності деформації у полюсів 0° і 90° для включень даного типу з недеформованою «матричною» фазою ф-м1, яке обумовлене нерівномірним розподілом міжповерхневих напружень за Гудіером (порівняти кр. 1, а і б, в і г на рис. 3; кр.2, а і б, в і г на рис.3; кр.3 в і г на рис.3) [2, 12].

«Сплеск» деформації на лінії 1 характеризує ступінь пластичності міжфазної границі включення-матриця ф-м1 $\leftrightarrow$ м, що містить мікроділянки д2 $\leftrightarrow$ м, де значення η_i і K_ε вище, ніж у сталевій матриці або у включенні (табл. 1). У середньому для міжфазних границь ф-м1 $\leftrightarrow$ м + мікроділянки д2 $\leftrightarrow$ м, у випадках недеформованих «матричних» фаз ф-м1 $\eta_i = 2,4 \dots 3,8$, $K_\varepsilon = 3,4 \dots 4,8$; у випадках пластичних «матричних» фаз ф-м1 – $\eta_i = 2,7 \dots 4,2$, $K_\varepsilon = 3,7 \dots 5,2$ на різних стадіях деформації. Це говорить про те, що релаксацийні процеси зосереджені на зазначених міжфазних границях включення-матриця. Слід зазначити, що значення параметрів ковзання, які наведені в табл. 1, трохи нижче, ніж для міжфазних границь включення-матриця у гетерофазних включень типу «тугоплавка фаза, що оточена легкоплавкою оболонкою» [4, 14], які мають фазу-оболонку ф-о1 відповідного складу, що пояснюється гетерогенізацією міжфазної границі включення-матриця у включень «дисперсні фази в неметалевій матриці» та впливом частинок д2 на рівень пластичності зазначених границь. Чим вище температура, тим більше величини η_i і K_ε , що свідчить про дуже інтенсивне просковзування.

У деяких випадках за наявності пластичних «матричних» фаз ф-м1 вдалося зафіксувати піки або «сплески» мікронеоднорідної деформації на внутрішніх міжфазних границях ф-м1 $\leftrightarrow$ д2 (табл. 1). Це свідчить про розвиток просковзування уздовж зазначених границь та обертання частинок д2 в неметалевій матриці. При цьому не спостерігали регулярності у розподілі піків деформації, що пояснюється випадковим розподілом частинок д2 поблизу міжфазної границі включення-матриця. Величини η_i і K_ε характеризують рівень пластичності границь ф-м1 $\leftrightarrow$ д2, який, як правило, був нижчим, ніж у міжфазних границь включення-матриця ф-м1 $\leftrightarrow$ м + мікроділянки д2 $\leftrightarrow$ м. Таким чином, можна говорити про внесок внутрішніх міжфазних границь ф-м1 $\leftrightarrow$ д2 у розвиток деформації неметалевих включень, що вивчаються, за високих температур. Очевидно, наявність безлічі потрібних стиків міжфазних границь ф-м1 $\leftrightarrow$ м, д2 $\leftrightarrow$ м і ф-м1 $\leftrightarrow$ д2 сприяє гальмуванню просковзування, що викликає появу в цих ділянках значних міжфазних напружень.

Таблиця 1. Значення інтенсивності η_i і коефіцієнта концентрації K_ϵ деформації на міжфазних границях за різних температур t і ступінях деформації $\bar{\epsilon}$.

Включення ф-м1 + д2, сталь	t, °C	$\bar{\varepsilon}$, %	η_i	K_{ε}
Границі ф-м1 ↔ м з ділянками д2 ↔ м				
FeO·TiO ₂ +TiCN, 08Т	950	10	3,1	4,1
	1100		3,8	4,8
FeO·SiO ₂ + FeO·Al ₂ O ₃ , 08Ю	950	12	3,3	4,3
	1100		4,1	5,1
(Mn,Fe)S+(Mn,Mg)O·Al ₂ O ₃ , 08ГСЮТФ	800	12	2,9	3,9
	1200		3,9	4,9
Границі ф-м1 ↔ д2				
FeO·TiO ₂ +TiCN, 08Т	950	10	3,0; 3,7; 3,0	4,0; 4,7; 4,0
	1100		3,2; 3,2; 4,0	4,2; 4,2; 5,0
(Mn,Fe)S+(Mn,Mg)O·Al ₂ O ₃ , 08ГСЮТФ	800	12	2,7; 2,6; 3,1	3,7; 3,6; 4,1
	1200		3,8; 2,9; 3,0	4,8; 3,9; 4,0

При плавленні «матричних» фаз ф-м1 (наприклад, сульфідної) втрачається контроль за реперною ділянкою, що перетинає міжфазну границю включення-матриця ф-м1 $\leftrightarrow$ м + д2 $\leftrightarrow$ м, і внутрішні міжфазні границі ф-м1 $\leftrightarrow$ д2. Поблизу границі розділу з включенням в сталевій матриці у цей момент спостерігається провал пластичності (червоноламкість) (рис. 3, кр. 3). Потім при деформації системи порожнина з розплавленим включенням - сталева матриця спостерігається пік пластичності поблизу границі розділу, що свідчить про просковзування в поверхневому шарі сталевій матриці, що контактує з рідким або напіврідким включенням.

Висновки. Таким чином, поблизу гетерофазних включень "дисперсні фази в неметалевій матриці" виявлені "сплески" мікронеоднорідної деформації. За гарячої деформації їх поява обумовлена розвитком просковзування уздовж міжфазних границь включення-матриця ф-м1 $\leftrightarrow$ м, що містять мікроділянки д2 $\leftrightarrow$ м, а також на внутрішніх міжфазних границях ф-м1 $\leftrightarrow$ д2. Параметри цих піків деформації залежать від температури, типу та ступеня пластичності «матричної» фази включення, дисперсної фази д2 та сталевій матриці. Поява «сплесків» деформації на міжфазних границях обох типів викликає як би вторинну різку її локалізацію.

Посилання

1. Губенко С. И. Гетерофазные микрокомпозиционные включения в сталях. - Germany-Mauritius, Beau Bassin: Palmarium academic publishing, 2019. - 330 с.
2. Губенко С. И., Ошкадеров С. П. Неметаллические включения в сталях. - Киев: Наукова думка, 2016. - 528 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. Структура многофазных неметаллических включений в сталях // Теория и практика металлургии. - 1999. - № 1. - с. 22-27.
5. Gubenko S. I. Plasticity Origin of Heterophase Inclusions at Steel Forming // Steel in Translation. – 2020. - v. 50. - No. 10. - p. 730-739.
6. Губенко С.И. Неметаллические включения и пластичность сталей. Физические основы пластичности сталей. - Saarbrücken: LAP LAMBERT. Palmarium academic publishing, 2016. - 549 с.
7. Gubenko S.I. [Local peaks of parameters and processes at interfaces of non-metallic inclusion-steel matrix](#) // Steel. - 1999. - No. 8. - p. 64-67.
8. Губенко С.И. Природа всплесков микронеоднородной деформации в сталях с неметаллическими включениями // Физико-химическая механика материалов. – 1999. - № 2. - с.53-59.
9. Gubenko S.I. Influence of slippage along the boundaries of a non-metallic inclusion-matrix on the distribution of local micro-inhomogeneous deformation in armco iron and steel // Physics of metals and metal science. - 1996. - v.82. - No.3. - p.167-175.
10. Губенко С.И., Иськов М.В. Структура и сопротивление разрушению межфазных границ неметаллическое включение-матрица стали // Теория и практика металлургии. – 2004. - №5. - с. 30-38.
11. Belchenko G.I., Gubenko S.I. [Micrononuniform deformation of steel containing nonmetallic inclusions](#) // Metall. – 1981. - No. 4. - p. 82-86.
12. Бельченко Г.И., Губенко С.И. Неметаллические включения и качество стали. К.: Техника, 1980. – 168 с.
13. Губенко С. И. Парусов Е.В. Чуйко І. М. Особливості розвитку просковзування уздовж границь гетерофазне включення «тугоплавка фаза, що оточена легкоплавкою оболонкою»-матриця сталі // Металознавство та термічна обробка металів. – 2023. - № 1 (100). - с. 14-21.

ОБМЕЖЕННЯ ДУТТЬОВОГО РЕЖИМУ ШЛАКОВИМ ПРИ КОВШОВІЙ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ ЧАВУНУ

*Аспірант Д.В. Єсськов, зав. каф., докт. техн. наук Є.М. Сігарьов,
доц., канд. техн. наук Г.Ю. Крячко, доц., канд. техн. наук А.А. Похвалітий,
магістрант М.О. Марковець
Дніпровський державний технічний університет
м. Кам'янське, Україна*

Визначення оптимального співвідношення витрат газу-носію, властивостей (рідкорухомості, в'язкості, поверхневого натягу тощо) та кратності ковшового шлаку по ходу операції видалення сірки з переробного чавуну за рахунок інжектування порошкоподібних десульфураторів вглиб ванни на установках десульфуратії чавуну (УДЧ) залишається актуальним завданням. Відхилення дуттьового режиму від раціональних параметрів призводить до формування режиму «пробивання» ванни, збільшення

амплітуди коливань поверхні ванни, винесення реагентів з відхідними газами та викидів шлакометалевих мас, закупорювання або заметалення сопел наконечника фурми.

При вдуванні десульфураторів (магнію, вапна та їх суміші) на поверхні ковшової ванни глибиною (H) формується шар шлаку, товщина (H) та фізико-хімічні властивості якого суттєво змінюються по ходу вдування реагентів у ванну [1, 2]. Пузири газу, що спливають на поверхню ванни призводять до локального підйому рівня останньої на величину (ΔH) та звільнення визначеної площі ($S_{вз}$) поверхні металу від шлаку. В межах цієї області спливаючі газові пузири, покриті плівкою металевого розплаву, розриваються з викиданням металевих крапель у оточуючий простір за різними траєкторіями. Частина крапель потрапляє на поверхню ковшового шлаку та має можливість повернутися у ванну, інша - призводить до втрат заліза за рахунок формування та залишення корольків у шлаку, що скачують після десульфурації (за різними оцінками від 2,4 до 4,6 кг/т). Виліт крапель здійснюється переважно із зони $S_{вз}$.

До коливання поверхні ковшової ванни призводить і формування зустрічних хвиль і сплесків металу при відповідних режимах продувки ванни, що у свою чергу визначаються особливостями конструкції наконечника заглибної фурми (кутом нахилу і діаметром сопел). Найбільш суттєво на величину ΔH та $S_{вз}$ впливає витрата газу на продувку.

Надмірне зростання ΔH , із перевищенням поточного H , сприяє підвищенню окисненості шлаку та втратам магнію, інтенсифікації процесу викидання крапель чавуну за межі ковшової ванни і втрат заліза зі шлаком, який скачують після обробки.

Відомі дослідження, виконані для умов продувки ванни на установках «ківш-піч» (УКП) [3], зі встановленням залежності ΔH від витрат газу (Q) на продувку (40-60 м³/год.), см:

$$\Delta H = 4,25 \cdot \ln Q + 1,35 \quad [3],$$

$$\Delta H = 2,58 \cdot Q^{0,63} \cdot H^{-0,57} \quad (\text{з врахуванням шару шлаку}) \quad [4]$$

$$\Delta H = 5,03 \cdot Q^{0,62} \cdot H^{-0,55} \cdot g^{-1,24} \quad (\text{без шлаку}) \quad [4]$$

Необхідно відмітити, що запропоновані вирази призначені для оцінки ΔH при продуванні ковшової ванни крізь донні пробки на УКП. Умови обробки розплаву чавуну на УДЧ відрізняються від умов доведення сталі на УКП, крім того у виразах не враховані вплив товщини шару шлаку на профіль та площу $S_{вз}$, зміну газонасиченості ванни при використанні обертових заглибних фурм.

Метою дослідження авторів доповіді було встановлення особливостей формування та порівняльна оцінка параметрів зони спучування поверхні ванни при ковшовій десульфурації чавуну вдуванням реагентів у потоці газу-носію вглиб ванни в умовах використання як стаціонарних, так і обертових заглибних фурм та зміні товщини шару ковшового шлаку по ходу рафінування.

Із використанням моделі ковша на базі індукційної печі ІСТ-0,16 лабораторії «Металургії сталі» кафедри металургії ДДТУ на першому етапі досліджень проведена серія високотемпературних експериментів з продуванням розплаву переробного чавуну аргонном (з витратою $Q=0,04-0,08$ $\text{м}^3/\text{хв}$) крізь сопла заглибних нерухомих та обертових фурм. По ходу продування на поверхні ванни шляхом віддачі вапна наводили шар шлаку різної товщини (від 30 до 80 мм) та основності. Поведінку поверхні ванни, особливості формування зон, вільних від шлаку, висоту сплесків та спучування ванни фіксували за допомогою відеозйомки (240 к/с). За результатами обробки отриманих даних визначені величини ΔH та $S_{\text{вз}}$ в залежності від Q .

Для уточнення ступеню впливу різних факторів на величину ΔH та $S_{\text{вз}}$ в залежності від Q , на наступному етапі провели серію ізотермічних експериментів з використанням моделі ковша із плексигласу у масштабі 1:11 до 230-т заливального ковша. У якості моделюючої розплав чавуну рідини використовували воду (20°C), газу-носію – компресорне повітря ($0,6-2,4$ л/хв.), шару ковшового шлаку (товщиною 6-30 мм) – синтетичне масло. Використовували одно- та двоохсоплові наконечники заглибних нерухомих та обертових фурм із соплами діаметром 0,0013 та 0,001 мм відповідно. Швидкість обертання фурм змінювали в межах від 0 до 260 об/хв. Торець наконечників розташовували на відстані 30-40 мм від днища ванни глибиною 280-290 мм. Для відеофіксації характеру поведінки поверхні ванни та особливостей формування барботажних зон і зон виходу газу використовували високошвидкісну відеозйомку (240 кадр/с).

За результатами обробки отриманих даних визначений ступінь впливу витрат газу на продувку ванни на діаметр зони (або декількох зон) спливання пупирів, газонасиченість та особливості спучування ванни із формуванням $S_{\text{вз}}$ (рис. 1).

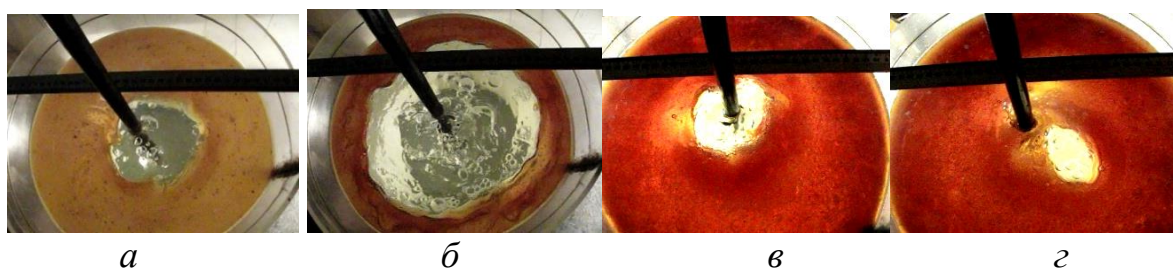


Рисунок 1 – Зміна $S_{\text{вз}}$ в залежності від швидкості обертання заглибної фурми з одно- (а, б) та двоохсопловим наконечником (в, з) та витрат газу.

Швидкість обертання та витрати газу, відповідно:

а – 1,0 л/хв; 100 об/хв; б – 2,0 л/хв; 220 об/хв (товщина шару ковшового шлаку 2,15 % від глибини ванни); в – 1,0 л/хв; 100 об/хв; з – 1,0 л/хв; 220 об/хв; (товщина шару ковшового шлаку 10,7 % від глибини ванни)

Встановлено, що зміна умов продувки ванни (кількість сопел у наконечнику, обертання фурми, питома витрата газу) суттєво впливає на співвідношення $S_{вз} / \Delta H$, яке змінюється і за величиною, і за знаком.

Так, максимізація $S_{вз}$ до 49% від загальної площі ванни забезпечується при швидкості обертання односоплової фурми у діапазоні 100-220 об/хв. (при товщині шару шлаку 2,15% від глибини ванни), а практичне зникнення $S_{вз}$ (6%) – при 120-240 об/хв. та максимальній товщині шлаку (10,7% від глибини ванни).

Зменшення товщини шару шлаку призводить до зростання $S_{вз}$ більш ніж у 8 разів. У діапазонах швидкості обертання фурми 5-80 об/хв. вплив товщини шару шлаку на $S_{вз}$ менш суттєвий (2,3-4,2 рази).

Геометрична форма зони спучування та ΔH змінюються пропорційно Q (рис. 2, а). В той же час, вплив швидкості обертання фурми на величину ΔH нелінійний та неоднозначний (рис. 2, б).

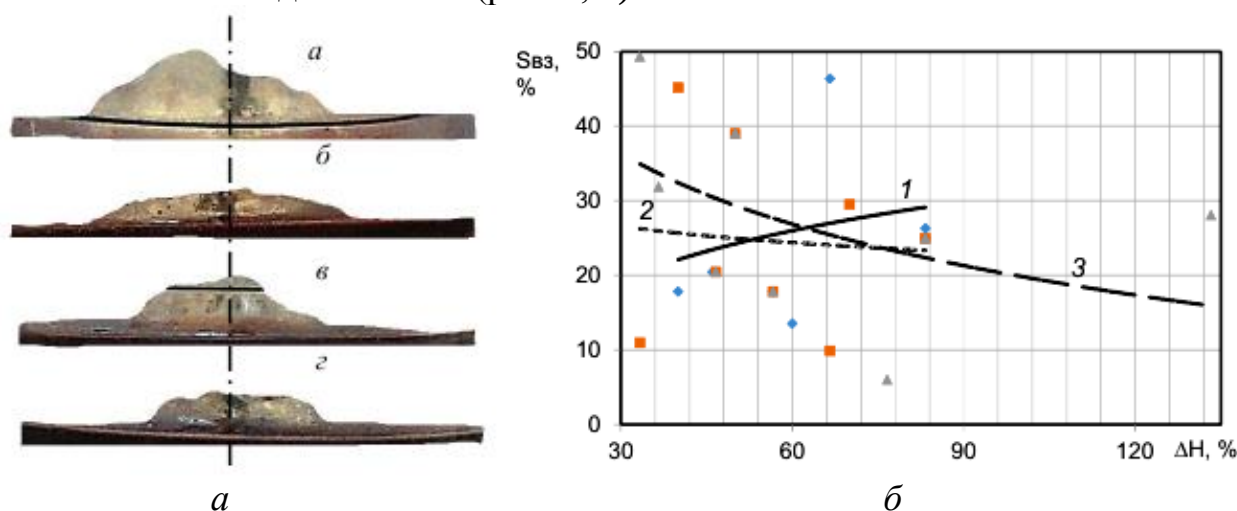


Рисунок 2 - Профіль (А) локального спучування ванни ΔH , % (а - г) при різних швидкостях обертання заглибної фурми з двохсопловим наконечником (витрата газу - 2,0 л/хв., товщина ковшового шлаку 30 мм) та залежність (Б) площі, вільної від шлаку $S_{вз}$, від ΔH для односоплової нерухомої (1), та обертових фурм (2, 3). Швидкість обертання фурми:

а – 0 об/хв.; *б* – 80 об/хв.; *в* – 100 об/хв.; *г* – 220 об/хв.

Так, наприклад, при використанні односоплової фурми при 220 об/хв. і витраті газу 2,0 л/хв. спостерігається спучування ванни у зоні $S_{вз}$ на 33% від загальної товщини шару шлаку ($H_{шл}$). При зменшенні витрат до 1,0 л/хв. за інших незмінних параметрах, ΔH не перевищує 0,67 $H_{шл}$, а при мінімальній $H_{шл}$ – зменшується приблизно до 0,3 $H_{шл}$. Найменші значення ΔH для односоплового наконечника становлять 0,33 $H_{шл}$ при швидкості обертання фурми у діапазоні 80-100 об/хв.

Встановлено, що при мінімальних витратах газу на продування ванни найбільш впливовим на ΔH та $S_{вз}$ є параметр швидкості обертання заглибної фурми.

За результатами обробки отриманих даних запропоновані моделі, що придатні для визначення $S_{вз}$ та ΔH , придатні для розрахунків за умов використання нерухомих:

$S_{вз} = -13,72 \ln(\Delta H) + 83,029$ (для фурми з двохсопловим наконечником) та оберткових фурм з одно- та багатосопловими наконечниками:

$S_{вз} = 9,5722 \ln(\Delta H) - 13,205$ (для обертання фурми з двохсопловим наконечником у діапазоні 100-220 об/хв).

Встановлені особливості впливу витрат газу на ΔH корелюють з відомими результатами [3, 4] та можуть бути використані при розробці раціональних дуттьових режимів ковшової десульфурзації переробного чавуну на УДЧ з використанням технологій інжекції реагентів у потоці газу-носію крізь заглибну фурму.

З врахуванням результатів моделювання можна зробити висновок, що для забезпечення раціональних умов ковшової десульфурзації чавуну, зменшення втрат магнію, зменшення величин ΔH та $S_{вз}$, пригнічення сплесків, які призводять до втрат металу, доцільними можна вважати наступні заходи:

- збільшення газонасиченості ванни шляхом розосередження газових об'ємів за рахунок подрібнення з використанням багатосоплової обертової заглибної фурми;
- забезпечення мінімально можливої за даних умов витрати десульфураторів, товщини покривного шлаку та підтримання його рідкорухомості по ходу обробки розплаву;
- забезпечення дуттьових режимів, за яких $\Delta H < H_{шл.}$

Посилання

1. Sigarev E. N., Chernyatevich A. G., Chubin K. I., Zarandiya S.A. Desulfurization of hot metal by the injection of disperse magnesium through a submerged rotating. Steel in Translation, 2011. Vol. 41, № 6. P. 487-491.
2. Сігарьов Є.М., Єськов Д.В., Похвалітий А.А., Манукян Т.А. Розподіл металевих крапель між газовою та шлаковою фазами при продуванні ковшової ванни // Зб. наукових праць ДДТУ (технічні науки). 2022, вип.2 (41). С. 9-18.
3. Меркер Э.Э., Харламов Д.А., Кочетов А.И. Энергосберегающая технология внепечной обработки стали в агрегате ковш-печь. Тонкие наукоемкие технологии, Старый Оскол, 2007. 223 с.
4. Krishnapisharody K., Irons G.A. Some Consideration in Process Design for Better Ladle Metallurgy Practice. AISTech Proceedings. 2009. Vol.1. P. 973-982.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ КОНЦЕПЦІЯМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ, ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ІНДУСТРІЇ 4.0

*Проф., докт. екон. наук О.О. Завгородня,
доц., канд. техн. наук О.В. Жаданос, магістр М.О. Потан
Український державний університет науки і технологій,
м. Дніпро, Україна*

Розвиток сучасної світової промисловості відповідає засадам трьох основних концепцій:

1) *сталий розвиток* – стратегія організації усіх сфер діяльності соціуму з метою організації умов споживання природних ресурсів таким чином, щоб забезпечити сприятливі екологічні, економічні та соціальні умови існування та розширеного відтворення сьогоденним та майбутнім поколінням;

2) *ощадливе виробництво*, основною метою якого є підвищення ефективності діяльності виробництва шляхом пошуку ресурсів для підвищення продуктивності суспільної праці, результативності та ефективності бізнес-процесів та бізнес-моделей у цілому. Визначальним чином ця стратегія спрямована на усунення марновитратної діяльності людини та створення засад для зростання ресурсовіддачі факторів виробництва;

3) *Індустрія 4.0*, задача якої - діджиталізація виробництва та створення умов для функціонування людини у новому діджиталізованому середовищі [1].

За сучасних умов становлення у глобальному вимірі постіндустріальної економічної реальності за форматом «Індустрія 4.0» сталий розвиток національних економічних систем уможливорюється лише за наявності у їх відтворювальному циклі дієвого механізму розвитку та інноваційної підтримки вітчизняних високотехнологічних (high-tech) секторів та видів діяльності [2]. Саме у їх межах закладаються підойми екологобезпечного розширення простору активності економічних акторів та інтенсифікації макроекономічної динаміки за рахунок підвищення продуктивності суспільної праці, зменшення ресурсоемності та зростання суспільного добробуту. Водночас high-tech складова мікро-, мезо- та макропроцесів забезпечує формування та зміцнення розвинутих наукоємних національних конкурентних переваг та сприяє прискоренню адаптації вітчизняних виробників до зовнішніх конкурентних загроз і викликів середовища. Та чи найголовнішим є те, що інноваційна активність, high-tech процеси та результати дозволяють мікроекономічним акторам (підприємствам) створювати техно- та бізнес-протоструктури майбутнього, від початку проєктувати та конструювати це майбутнє, спираючись на власні, а не зовнішньодетерміновані, потреби та інтереси розвитку.

На сьогодні вже не піддається сумнівам, що базисними технологіями Індустрії 4.0 виступають: нанотехнології, біотехнології, генна інженерія,

аерокосмічна техніка (повітряні та космічні літальні апарати), електроніка та безпроводні телекомунікації, фармацевтика та тонка хімія, виробництво комп'ютерної та офісної техніки, програмне забезпечення та імітаційне моделювання, high-hum-технології та системи управління людським капіталом тощо. Категорія високотехнологічних (high-tech) та наукоємних (knowledge-intensive) послуг, що забезпечують інфраструктурну та ресурсну підтримку технологічного «ядра», охоплює усю сферу НДДКР, освітні та ІКТ-послуги, інжиніринг, архітектурні та дизайнерські послуги, фінансовий консалтинг та страхування, державне управління та адміністрування, юридичне та бухгалтерське супроводження бізнесу, медичні послуги, тощо[3].

Щодо енергетичних джерел, то очікується, що в недалекому майбутньому живлення виробничих процесів переважно буде здійснюватися за рахунок біопалива, невичерпних сил природи (сонячна, повітряна і геотермальна енергія, енергія приливів і відливів) та ядерної енергії. Енергоощадливість та скорочення видобутку невідновлюваних природних ресурсів, у тому числі за рахунок винаходу їх штучних замінників й відповідних інновацій, стають запорукою екологічної безпеки та сталого розвитку. Саме дбайливе ставлення до екології істотно вирізняє Індустрію 4.0 від її попередників, що “висмоктали” з надр Землі мільярди барелів нафти та кубометрів газу, тон руди та кам'яного вугілля, призвели до появи парникового ефекту. Також порівняно із передісторією, на новій довгостроковій «хвилі» технологічного розвитку більш активно та широко будуть використовуватися такі невичерпні ресурси та драйвери економічної динаміки як інтелект, знання та наукоємна інформація, мобільність та доступність яких значно підвищилася завдяки новітнім інформаційно-комунікаційним технологіям.

У рамках програми Erasmus+ HEIn4.0 «Посилення ролі ЗВО в промисловій трансформації в контексті Industry 4.0 в Грузії та Україні (609939-ERP-1-2019-1-BE-ERPKA2-SBHE-JP)» було вивчено передовий європейський досвід щодо пошуку відповідей на виклики Індустрії 4.0 [3-4]. Зокрема, серед виконуваних наразі проектів у контексті зазначеної проблеми на особливу увагу заслуговує проведене у Політехнічному університеті Порту (Португалія) дослідження про взаємний вплив цих концепцій на розвиток одна одної в умовах роботи реальних підприємств.

Метою дослідження було відстеження впливу запровадження заходів щодо розвитку ощадливого виробництва та Індустрії 4.0 на фундаментальні засади сталого розвитку. В основу проведеного дослідження покладено модель структурного рівняння із шістьма гіпотезами (H1 – H6) з метою їх емпіричної верифікації та кількісного вимірювання взаємопов'язаності вищезазначеними процесами.

Створена модель (рис. 1) базується на двох екзогенних факторах: ощадливе виробництво (Lean Manufacturing) та Індустрія 4.0 (In4.0); та трьох ендегенних: сталість розвитку в економічному аспекті (EcS), сталість розвитку навколишнього середовища (EnS) та соціальний аспект сталого розвитку (SoS).

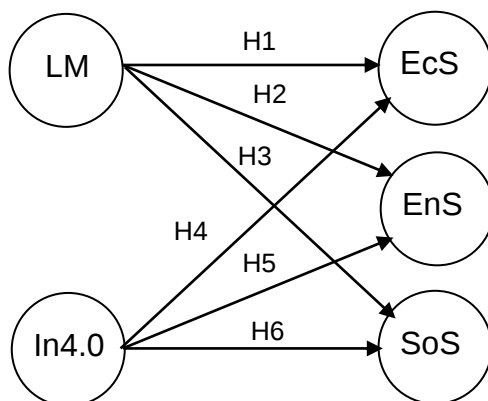


Рисунок 1 – Загальна модель дослідження:

- H1 – у сприйнятті промислових компаній EcS позитивно пов'язане з LM;*
H2 – сприйнятті промислових компаній EnS позитивно пов'язане з LM;
H3 – у сприйнятті промислових компаній SoS позитивно пов'язане з LM;
H4 – у сприйнятті промислових компаній EcS позитивно пов'язане з Індустрією 4.0;
H5 – у сприйнятті промислових компаній EnS позитивно пов'язане з Індустрією 4.0;
H6 – у сприйнятті промислових компаній SoS позитивно пов'язане з Індустрією 4.0

З метою статистичної перевірки зазначених гіпотез проаналізували понад 250 анкет від промислових компаній Піренейського півострова (Португалія та Іспанія).

В результаті отримано дані, які можуть бути дуже корисними для підприємств при впровадженні тих чи інших заходів, з точки зору розуміння як це відобразиться на сталості розвитку подальшої діяльності. Так отримані результати підтверджують зв'язок між Індустрією 4.0 та сталим розвитком, і, навпаки, свідчать про відсутність впливу обраних заходів ощадливого виробництва на підсилення сталості розвитку підприємства (табл. 1). Окрім цього, слід зазначити, що найвагоміший вплив запровадження заходів концепції Індустрія 4.0 спостерігається на екологічний фактор сталого розвитку, за ним іде соціальний і найнижчим є вплив на економічну сталість. Також було встановлено кореляційний зв'язок між ощадливим виробництвом та Індустрією 4.0.

Таблиця 1 – Отримані результати дослідження

Гіпотеза	Екзогенні фактори	Ендогенні фактори	Est.	p-Value	Висновок
H1	LM	EcS	0,187	0,16	Відхилено
H2	LM	EnS	-0,167	0,648	Відхилено
H3	LM	SoS	-0,142	0,611	Відхилено
H4	Індустрія 4.0	EcS	0,457	<0,001	Підтверджено
H5	Індустрія 4.0	EnS	1,482	0,002	Підтверджено
H6	Індустрія 4.0	SoS	0,994	<0,001	Підтверджено

Трансформація виробництва у сфері важкої промисловості, а зокрема металургії, відбувається дуже повільно через необхідність значних капіталовкладень в нове обладнання, довгі терміни окупності, високу енергоємність, нестачу навичок працівників та стратегічного бачення керівництва, недооцінку ролі колаборацій із профільними науковими установами та закладами вищої освіти, потужний тиск цінової конкуренції з боку східно-азійських виробників металопродукції (Китаю та Індії) [5]. Але разом з тим, конкуренція на світових ринках змушує модернізуватися в тому числі й вітчизняні підприємства. Низка практичних прикладів з оновлення виробництва на провідних металургійних підприємствах України, зокрема ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ПАТ «Запоріжсталь», АТ «Нікопольський завод феросплавів», ПРАТ «ДНПРОСПЕЦСТАЛЬ» тощо дають можливість стверджувати, що методи й засоби Індустрії 4.0, хоча й наразі ще частково, знаходять своє застосування у виробничих процесах.

Перехід до Індустрії 4.0 стає особливо актуальним, зважаючи на те, що з початку війни 2022 року Україна зазнала масштабного руйнування, загарбниками, знищено або пограбовано підприємства, які були флагманами української індустрії, пошкоджено промислову, комунальну та транспортну інфраструктуру. Післявоєнна відбудова не має носити характер реконструкції – ми маємо застосувати найбільш передовий світовий досвід та забезпечити проривний розвиток нашої держави, який дозволить нам не лише відновитися, але й стати одним з лідерів постіндустріальної цивілізації.

Посилання

1. Schwab Klaus. The Fourth Industrial Revolution. WEF, 2016.172 p.
2. Білоцерківець В.В., Завгородня О.О., Пимоненко А.Д. Стратегічні засади інноваційного розвитку технологічної структури національної економіки України в реаліях Четвертої промислової революції: від прокламацій до імплементації. *Проблеми економіки та політичної економії*. 2019. №2 (9). С. 8-26.
3. Стратегія розвитку високотехнологічних галузей в Україні до 2025 р. URL: Режим доступу: <http://kno.rada.gov.ua/print/74701.html>
4. Шатоха В.І. Індустрія 4.0: європейські практики у вищій освіті та на виробництві : Монографія. / В.І. Шатоха, О.В. Жаданос, О.Ю. Потап, Н.С. Чернова. Дніпро: Поліграфічна акцидентна фірма, 2023. 89 с.
5. Higher education towards fourth industrial revolution: European and Ukrainian cases: Monograph./ Ed. by V. Shatokha. Dnipro, 2021. 68 p.
6. Bilotserkivets V.V., Zavorodnia O.O., Alsufieva O.O. Innovative revival of the mining and metallurgical complex of Ukraine as the imperative of national competition policy // *Економічний вісник Національного гірничого університету*. №2 (70). 2020. С. 9 - 20.

IMPROVEMENT OF THE MATHEMATICAL SIMULATION METHOD OF PROTONS AND NEUTRONS FLOWS THROUGH BIOLOGICAL SUBSTANCES AT THE ALTITUDE OF AIRCRAFT FLIGHTS

Professor, D. Sc. Geol., Ganna Kalashnyk

Deputy dean for educational work of the Aviation Management Faculty, PhD

Myroslava Kalashnyk-Rybalko

***Flight Academy of the National Aviation University,
Kropyvnytskyi, Ukraine***

The relevance of radiation control as a part of space weather at flight altitudes is growing yearly. The radiation load during air travel can exceed the background ground level by 100 times, depending on the airliner's route. Therefore, the forecast of the radiation situation in outer space, at the altitudes of air flights and the study of the influence of cosmic radiation on biological objects and technical systems on echelons of flights of civil aviation aircraft is one of the applied tasks of heliogeophysics and dosimetry. Taking into account the importance and relevance of protection against dangerous heliogeophysical phenomena, the International Civil Aviation Organization has developed a list of measures to ensure the radiation safety of crews and passengers of civil aviation aircraft, the most important of which are control of the level of radiation on the flight path and the forecast of the radiation situation in air transport areas [1].

Space weather creates a dynamic radiation environment at aviation altitudes. Sources of radiation for civil aviation: 1) the global phenomenon of galactic cosmic rays (crew/passenger safety issues and avionics health issues); 2) high-latitude phenomena; 3) expanded main solar cosmic ray events (aircraft operation and crew/passenger safety issues); 4) short-term minor events causing energetic electrons of the outer radiation belt (crew/passenger safety issues); 5) momentary minor events ground bursts of gamma rays (problems for avionics).

Doses from galactic cosmic radiation on flight paths can be calculated by various methods [2]. Numerical modelling methods are most often used. We substantiate the mathematical calculation method most acceptable for the conditions of passage of the flow of protons and neutrons through biological matter at the altitudes of air flights. Empirical, semi-empirical, stochastic (Monte Carlo method) [3], and deterministic methods are used to model the passage of ionizing radiation. Monte Carlo calculations simulate the trajectories of a finite number of particles leading to ionization and calculate various dose parameters, such as absorbed dose, particle energy, its coordinates, and much more [3]. The advantage of this method is that, unlike other methods, the Monte Carlo method, in principle, can provide an opportunity to obtain a realistic picture of all movements and collisions of particles, and their interaction. Therefore, all components of the contribution to the received dose can be taken into account. In addition, the Monte Carlo method is a method that can provide complete information in three dimensions, which is very important for the calculation of dose loads along the flight route. The disadvantage of this method is the

imprecise calculation of doses for simulating collisions of a large number of electrons with high energies in the range from 50 keV to 10 MeV. Since secondary cosmic radiation forms the dose load at flight altitudes mainly due to protons and neutrons, this drawback can be neglected.

Deterministic methods of calculating dose parameters use equations that describe the study of the substance and directly calculate the total radiation field, absorbed dose and other values. The advantage of deterministic methods is that software based on this method can run faster than the Monte Carlo method. The disadvantage of this is that it can be sensitive to oscillating solutions and give errors in the speed of convergence of solutions.

Empirical and semi-empirical calculation methods are based on statistical ratios of measurements for a specific system. The advantage of these methods is their speed and the fact that they do not require cross-section data, accounting for secondary electrons and photons. However, the disadvantage of these methods is that it is necessary to determine empirical dependencies for each specific case of modelling. These methods can cause difficulties due to cumbersome calculations.

Let's consider the main criteria for choosing a mathematical method for modelling dose loads:

- Specification of the type of radiation source and its geometry (in our case – secondary cosmic radiation);
- Specification of the irradiated object (in our case - flight crew members);
- The geometry of the irradiated object, the substance of which it consists;
- If empirical equations can be developed and compared with experimental results, then if the calculation results and experimental results match, they can be accepted and applied;
- If empirical methods cannot be used, deterministic or stochastic methods should be used to calculate dose parameters.

For a well-founded choice of a mathematical method for calculating dose loads, taking into account the neutron component and their spectra, we will perform a comparative characteristic of various methods of modelling the passage of ionizing radiation through matter (Table 1).

Table 1 - Comparative analysis of mathematical methods for modelling the passage of ionizing radiation through biological matter

Parameter	Monte Carlo method	Deterministic methods	Semi-empirical and empirical methods
Dimensionality	3-D	3-D	-
Electrons	+	+	+
Neutrons	+	-	+
Gamma and X-ray radiation	+	+	+
Calculation speed	Slow	Medium	Fast
Assessment of accuracy	+	-	-
The need for verification	+	+	+

Based on the conducted comparative analysis and because secondary cosmic radiation at flight altitudes requires modelling the flow of protons and neutrons through biological matter, we choose the Monte Carlo method for calculating dose loads on flight personnel.

Observations of solar neutrons can be made using ground-based installations that continuously monitor cosmic radiation. However, the flow of solar neutrons will be significantly weakened due to the absorption of the Earth's atmosphere. It would be more correct to take into account the neutron component at flight altitudes by experimentally determining the contribution of the neutron component and neutron spectrum on board the aircraft and calculating the dose of galactic cosmic radiation received during the flight at an arbitrary point in the atmosphere corresponding to the position of the aircraft on the flight route [4].

If the distribution of the dose of galactic cosmic radiation at an arbitrary point in the atmosphere $P = P(r)$ and the flight path $r(t)$ is known, then the calculation of the dose of galactic cosmic radiation received during flight is reduced to the following formula:

$$Dose = \int_0^t P[r(t)]dt,$$

However, certain computational problems arise when calculating the $P = P(r)$ distribution and flight trajectories.

The cosmic radiation dose power distribution $P = P(r)$ is formed from three intermediate tabular functions, created taking into account calculations of physical models of several related processes in the Earth's atmosphere. These tabular functions come from external sources about the state of space weather and geophysical parameters:

- tabular function $P = P(R, h, K)$ dependence of power on the rigidity of the geomagnetic cut (R), the depth of the residual atmosphere (h), the solar activity parameter (K);

- tabular function $h = h(H, t)$ of the dependence of the depth of the residual atmosphere on altitude and season;

- vertical rigidity of geomagnetic cutting.

It is obvious that by combining the values of the table and using the calculation formulas, it is possible to construct the cosmic radiation dose power as a function of an arbitrary point of coordinates $r = r(H, \theta, \varphi)$:

$$P = P(R(H, \theta, \varphi), h(H, T), K) = P(H, \theta, \varphi, K) = P(r, K, T),$$

where $R(H, \theta, \varphi) = R(H_0, \theta, \varphi) [r_E + 450] / (r_E + H)^2$,

where $H_0 = 450$ km, $r_E = 6371$ km – the Earth's radius, θ, φ – latitude and longitude, determined by the table function $R(H_0, \theta, \varphi)$.

The original distributions must be calculated for geophysical scales that are much larger than the scales of individual flight sections. Geophysical scales correspond to the details of knowledge about the distribution of the Earth's magnetic field, the state of the Earth's atmosphere, etc.

In the proposed version, the calculation of the dose loads of the flight personnel on the echelons of the flight of civil aviation aircraft is limited to the flows of secondary protons of galactic cosmic rays for the undisturbed geomagnetic situation and for the one-parameter model of the modulation of the flows of galactic cosmic rays. Therefore, the calculation codes for estimating radiation exposure from galactic cosmic rays should be checked with the data of on-board measurements.

The structural equipment of the radiometric complex on board the aircraft should include:

- Radiometric equipment (in particular, a neutron radiometer as an option - LB 123 N from Berthold or a modular type detector with a grid of silicon photomultipliers (SiPM));
- Dosimetric equipment (DMG 01 dosimeter);
- Spectrometric equipment (gamma spectrometer of high energy resolution);
- Auxiliary equipment (mounting stand for detectors, pencil cases for filters).

It is possible to formulate the minimum requirements for optimizing the geometric dimensions of the detector for the given task: 1) energy range from 10^{-1} to 10^2 MeV; 2) the detector must have the highest efficiency of the neutron spectrum on board the aircraft, i.e. have a high efficiency of neutron registration; 3) for the successful restoration of spectral characteristics, it is necessary that the efficiency maxima for different modules are as far apart as possible. But there will be other ionizing radiation with the same spectrum at flight altitudes. The proton component can make a significant contribution to the signal of the proposed detector. To separate the proton and neutron components, you can use, for example, a proton detector and a coincidence scheme.

Conclusions.

The improved method of calculating the dose loads of flight personnel on the flight echelons of civil aviation aircraft additionally takes into account a more correct calculation of several environmental models (atmospheric density model), a 3-D model of the distribution of doses by coordinates, and also provides for the use of data from on-board measurements of the neutron component of cosmic radiation, the spectrum of neutrons and control of the dose load using periodic verification of empirical models of radiation dose distribution at the altitudes of air flights using an experimental method based on the data of on-board measurements along the route (routes) of air flights. In addition, taking into account the absence in Ukraine of the National Space Weather Forecasting Center and a domestic source of data on space weather, the improved method provides for the possibility of using and verifying space weather information from various advanced world forecasting centers, which will allow calculation of dose loads of flight crews as close as possible to the actual ones. Thus, the improved method makes it possible to obtain

real-time estimates of the radiation state on the flight paths of civil aviation aircraft and to calculate the total dose received on board the airliner during the flight.

References.

1. ICAO, 2019. Doc. 10100 “Manual on Space Weather Information in Support of International Air Navigation”, November 2019. Montréal, Quebec, Canada, p. 48.
2. Калашник Г. А. Система інформування про небезпечні геліогеофізичні явища і мінімізація їх впливу на авіаційну діяльність: навчальний посібник/ Г.А. Калашник, М.А. Калашник-Рибалко. Кропивницький: Вид-во «ЛІА НАУ», 2021. 292 с.
3. Roesler S., Heinrich W. and Schraube H. Monte Carlo calculation of the radiation field at aircraft altitudes. *Radiat. Prot. Dosimetry*. 2002. 98(4), pp. 367–388.
4. Hager L., Tanner R., Gilvin Ph., Eakins J., Baker S. The impacts of a new electrochemical etch cycle for the Public Health England neutron personal dosimetry service. *Radiation Measurements*. 2017. Vol. 106, pp. 303-311.

ВРАХУВАННЯ ОСНОВНИХ ДИНАМІЧНИХ ФАКТОРІВ У ПРИСТРОЯХ З РУХОМИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Доц., канд. техн. наук Н.В. Каряченко

Український державний університет науки і технологій

Розрахунку і конструюванню пристроїв, що несуть рухоме інерційне навантаження приділяється значна увага у зв'язку зі зростанням швидкостей руху вантажів, які переміщуються. При цьому важливу роль відіграє правильне і досить повне врахування навантажень, пов'язаних із динамічними процесами.

Одночасне врахування всіх основних динамічних факторів, що виникають при рухомому навантаженні призводить до складних рівнянь, які описують динаміку пружних систем з рухомим навантаженням. Під час вирішення таких задач користуються різними наближеними методами типу Б.Г.Гальоркіна (Релея, Рітца та ін.), які є модифікаціями методу поділу змінних. Ці методи ґрунтуються на однохвильовому поданні розв'язку. При побудові наближеного розв'язку вони враховують лише одну групу стоячих хвиль за будь-якої кількості членів, які утримуються у розв'язку. Однак коливання пружних конструкцій з рухомим інерційним навантаженням представляються двома групами коливань, а саме, на кожній власній частоті виконуються два зсунутих по фазі на $\pi/2$ коливання з різними формами. Враховуючи природу коливань таких систем, ці коливання називають

двохвильовими. Отже, застосування наближених методів типу Гальоркіна для вирішення задач динаміки пружних конструкцій з рухомими масовими навантаженнями не дозволяє повно досліджувати характер поведінки таких конструкцій. Це виходить з того, що в диференціальних рівняннях у частинних похідних міститься непарна за часом змішана похідна $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t}$, яка відповідає інерційній силі коріолісового прискорення та носить назву гіроскопічного члена рівняння, і не дозволяє розділити змінні за класичною схемою. Тому для повного дослідження руху таких об'єктів необхідні методи розв'язання, які враховують двохвильові процеси, що відбуваються в них. У більшості робіт, що досліджують динаміку конструкцій з рухомими масовими навантаженнями, не враховується двохвильовий характер процесів, які відбуваються в них, і при вирішенні системи диференціальних рівнянь, використовується класична схема поділу змінних у дійсній області шуканих функцій, що часто призводить не тільки до кількісних, але і до якісних похибок.

Вперше некласичний спосіб поділу змінних, що призводить до точного розв'язку у вигляді дійсних функцій у рівнянні коливань пружних систем з рухомим інерційним навантаженням, що містить гіроскопічний член $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t}$, в основу якого покладено вибір розв'язку у вигляді спеціального двочленного уявлення, застосовано у роботі [1]. Коливання таких систем здійснюються у вигляді суперпозиції двох груп стоячих хвиль з однаковими частотами, але різними формами і фазами коливань. Ці групи коливань названі "власними" та "супроводжуючими".

Метод двохвильового подання розв'язку отримав подальший розвиток у роботах [2-5] та інших, в яких досліджуються задачі про коливання і стійкість шланга і трубопроводу з рідиною, що протікає, струни з розподіленим рухомим інерційним навантаженням, балок, пластинок і оболонок, що знаходяться під дією рухомого інерційного навантаження. Показано, що гнучкі об'єкти втрачають стійкість на всіх частотах одночасно, а об'єкти, що мають кінцеву жорсткість – послідовно на кожній із частот коливань.

Монографія [4] присвячена дослідженню механічних систем, що мають двохвильову природу коливань. В ній побудовані точні розв'язання задач динаміки найпростіших механічних систем з двохвильовою природою коливань, виявлені деякі особливості їх рухів, вказано можливість постановки нових задач у нетрадиційних формах, для вирішення яких необхідна модифікація відомих наближених методів та розробка нових для дослідження більш складних систем такого виду. Досліджені питання динаміки одновимірних пружних тіл, що знаходяться під дією інерційного навантаження, яке рухається з постійною швидкістю. Показано вплив сил інерції Коріоліса на якісну сторону коливального процесу. Точне вирішення деяких задач дозволяє виявити другу критичну швидкість, яку не можливо

виявити наближеними методами і після досягнення якої конструкція, стає динамічно нестійкою. Її значення для основної частоти на 15-20% більше значення першої критичної швидкості. З аналізу форм власних і “супроводжуючих” коливань основного тону видно, що зі зростанням швидкості руху навантаження власні форми коливань значно деформуються, і значно підвищується роль “супроводжуючих” коливань. Показано, що теорію двоххвильових коливань можна використовувати для дослідження динаміки балок з урахуванням уточнених моделей теорії коливань пружних тіл. Розглянуті коливання та стійкість прямокутних пластин та підкріплених циліндричних оболонок під дією рухомого інерційного навантаження. Показано що, як і у випадку одновимірних конструкцій, розв’язання таких задач може бути записано у вигляді суперпозиції двох груп стоячих хвиль – кожній власній частоті відповідають дві стоячі хвилі, зсунуті по фазі на $\pi/2$. Встановлено, що для розглянутих вище задач, існує три характерні області швидкостей інерційних навантажень, що рухаються: у першій одночасно всі або одна з власних частот зменшуються, у другій частоти збільшуються, і настає “посилення жорсткості” коливальної системи, а третя – область динамічної нестійкості. Досліджено також коливання пружних об’єктів змінної довжини, проведено аналогію між коливаннями систем з рухомим інерційним навантаженням та коливаннями об’єктів змінної довжини.

Таким чином, двоххвильове уявлення вирішення диференціальних рівнянь, що описують рух конструкцій з рухомим інерційним навантаженням, дає можливість провести повніше дослідження поведінки таких об’єктів і виявити нові якісні та кількісні закономірності перебігу динамічних процесів, що відбуваються в них.

Так, при розгляді поперечних коливань канатів вантажотранспортуючих пристроїв наявність одного зосередженого вантажу викликає не тільки кількісні зміни частоти коливань і критичної швидкості, але й якісний характер їхньої поведінки [6]. При рівномірно розподіленому інерційному навантаженні критична швидкість руху (швидкість, що визначає зону стійкості роботи системи, вихід за межі якої призводить до різкого зростання динамічних навантажень та зниження працездатності системи), і частота коливань є постійними під час усього робочого циклу і залежать тільки від конструктивних параметрів установки та значення масового навантаження. За наявності дискретно розташованих вантажів критична швидкість і частота коливань залежить не тільки від мас цих вантажів і параметрів установки, але й від їх положення під час руху між опорами, відстаней між ними, тобто вони стають змінними. Крім того, не менш важливим є питання, при якому числі нерівномірно розташованих різної маси вантажів між опорами, розв’язання, що враховує їх кількість, значення маси і розташування, може бути замінено наближеним рішенням рівнянь, що дає цілком достатню точність для практичних розрахунків.

Все вищесказане показує, що виявлення закономірностей зміни

основних динамічних параметрів (частот, форм коливань та критичної швидкості) для підйомних і транспортних установок необхідне для їх правильного проектування та безпечної експлуатації.

Посилання

1. Горошко О.А. Собственные и “сопровождающие” колебания в системах с подвижными инерционными нагрузками // Тр.5-й Междунар. конф. по нелинейным колебаниям. – Т.3. – 1970. – С. 215–220.
2. Горошко О.А., Демьяненко А.Г. О двухволновом характере осесимметричных колебаний цилиндрической оболочки с подвижной нагрузкой // Асимптотические методы в нелинейной механике. – К., 1974. – С.34–41.
3. Горошко О.А., Демьяненко А.Г., Кіба С.П. Двохвильові процеси в механічних системах. – К., 1991. – 188 с.
4. Горошко О.А., Савин Г.Н. Введение в механику деформируемых одномерных тел переменной длины. – К., 1971. – 224 с.
5. Кіба С.П., Дем`яненко А.Г. Узагальнення методу розділення змінних та деякі його застосування в механіці. – К.: НМК ВО, 1991. – 120 с.
6. Каряченко Н.В. Дослідження впливу дискретних включень в розподілене рухоме інерційне навантаження на динаміку канатних пристроїв // XIV Міжнародна конференція «Стратегія якості у промисловості і освіті». – Варна, 2018. – Матеріали у 2-х томах. Т.1. – С. 80-84.

ВИМОГИ ДО ТОВСТОГО ЛИСТА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ТА УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

¹Проф., старший дослідник Г.А. Кононенко,

^{1,2}доц., канд. техн. наук, Т.В. Кімстач,

¹наук. співр., канд. техн. наук, Р.В. Подольський, ¹мол. наук. співр. О.А. Сафронова

¹**Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова Національної академії наук
України, м. Дніпро, Україна**

²**ННІ «Інститут промислових і бізнес-технологій» Український державний
університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна**

Найбільшими споживаючими галузями товстолистого металу виступають суднобудування, будівництво, машинобудування, виробництво труб великого діаметру та інші. Вимоги щодо товщини, марок сталі, а також до якості товстого листа закріплюються у відповідних нормативних документах та залежать від його подальшого споживання.

В таблиці 1 представлені основні відомості про товстолистовий прокат [1-11].

Таблиця 1 – Основні відомості про товстолистовий прокат [1-11]

Галузь застосування	Параметр		
	Товщина Ширина Довжина, мм	Марки сталі	Стан постачання
Суднобудування	5-200 1500-4000 до 20000	A, B, D, E, A32, D32, E32, A36, D36, E36, A40, D40, E40, F40 та їх аналоги	гарячекатаний, після нормалізації, термомеханічної прокатки, загартування з відпуском
Машинобудування	4-200 1500-4000 до 15000	27MnCrB5, 30MnB5, 38MnB5, C45, S355MC – S960MC, S460Q/QL/QL1 – S960Q/QL/QL1, 09Г2С, 35, 45, 65Г, високоміцні зносостійкі та броньові марки	
Будівництво та мостобудування	6-200 1500-3800 до 20000	S235-S960 за стандартом EN 10025 (ч. 1-6) та їх аналоги; 10ХСНД, 15ХСНД, 09Г2С, Ст.3 та ін.	
Виробництво труб великого діаметру	5-65 500-4800 до 15000	X42 - X120 (API 5L) та їх аналоги; 17ГС, 10Г2ФБЮ, 10Г2ФБ, 07ГБФ та ін.	після нормалізації, термомеханічної прокатки, загартування з відпуском

У зв'язку зі специфікою суднобудівної промисловості, що передбачає використання міцного, довговічного, стійкого до різного виду деформації та втоми матеріалу, до товстих листів, які використовують у суднобудуванні, висувають наступні вимоги: стійкість до знижених температур; високий рівень корозійної стійкості, зокрема в агресивному середовищі; стійкість до розшаровування та появи тріщин; стійкість до високого рівня вібрацій та радіації; низький рівень магнітних показників; здатність зберігати свої первісні властивості при температурних коливаннях.

Залежно від необхідного рівня міцності для виготовлення сталевих листів для суднобудування застосовують конструкційну сталь нормальної, підвищеної та високої міцності. В таблиці 2 представлені вимоги до механічних властивостей товстого листа для суднобудування [1].

Машинобудування – одна з основних галузей споживання товстолистого прокату з вуглецевих, низьколегованих та легованих марок сталі з нормальною, підвищеною та високою міцністю. Для зниження ваги деталей і корпусів машин широко використовуються високоміцні види прокату (після термомеханічної прокатки або гартування з відпуском) з границею міцності до 1800 МПа. Для обробки високоабразивних порід використовується машинобудівна сталь високої міцності (границя міцності до 2000 МПа) та твердості (до HB 650).

В даний час гостро стоїть питання підвищення якості виробництва товстолистого прокату для виготовлення бронеперешкод.

Таблиця 2 – Механічні властивості товстого листа для суднобудування [1, 2]

Марка	Товщина, мм	Границя плинності, МПа	Границя міцності, МПа	Відносне подовження, %	Робота удару KV, Дж			Випробування на холодний згин	
					Температура випробування, °C	уздовж	навхрест	b=2a 180°	b=5a 120°
						не менше			
A	≤50	235	400- 490	22	—	—	—	d=2a	—
B					0	27	20	—	d=3a
D					−20				
E					−40				
A27S	≤50	265	400- 510	22	0	31	—	—	—
D27S					−20				
E27S					−40				
A32					≤50	315	440- 590	22	0
D32	−20								
E32	−40								
A36	≤50	355	490- 620	21					0
D36					−20				
E36					−40				
A40					≤50	390	510- 650	20	0
D40	−20								
E40	−40								
A40S	≤50	390	530- 690	19					0
D40S					−20				
E40S					−40				

Листовий прокат із броньової сталі повинен мати високу міцність і твердість (до HRC 57-58) при збереженні пластичних характеристик та в'язкості (відносне звуження залежно від засобів ураження від 25 до 40%).

Броньова сталь повинна володіти також комплексом технологічних властивостей [3, 4]: зварюваністю та мінімальною знеміцненням при зварюванні для забезпечення стійкості та живучості зварних з'єднань; оброблюваністю різанням; технологічністю при правці, згинанні, штампуванні.

Важливим завданням для виготовлення броні є надання металу таких властивостей, щоб він міг рівномірно розподіляти кінетичну енергію, з якою він стикається при попаданні снаряда. Це дозволяє значно знизити точкове ушкодження, що, зрештою, і захищає броньову сталь від проникаючих ушкоджень [5].

Вимоги до механічних властивостей листового прокату з броньових сталей наведені в таблиці 3 [6-9].

Складні умови будівництва та експлуатації трубопроводів висувають високі вимоги до якості труб та прокату для їх виготовлення.

Пластичність сталі необхідно забезпечити для запобігання руйнуванню труб у процесі укладання та експлуатації (у разі рухів ґрунту).

Небезпека крихкого руйнування сталі при низьких температурах експлуатації є основною вимогою по частці в'язкої складової у зламі зразків при випробуванні вантажем, що падає (зазвичай не менше 70-90%).

Вимоги до мінімальної величини роботи руйнування ударних зразків Шарпі (KCV) спрямовані на зниження ризику в'язкого руйнування сталі.

Таблиця 3 – Вимоги до механічних властивостей листового прокату з броньових сталей [6-9]

Марка сталі	Товщина, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	Твердість, НВ	δ , %	Ψ , %	Робота удару, Дж, Ударна в'язкість, МДж/м ²
Miilux Protection 400	30-120	≥ 1100	≥ 1400	380-480	≥ 8		≥ 30 по Шарпі, – 40°C, Дж
Miilux Protection 500		≥ 1250	≥ 1600	450-540	≥ 8	–	≥ 25 по Шарпі, – 40°C, Дж
Armox 370T Class 1	40-80	≥ 850	950-1150	300 – 350	≥ 12	–	≥ 30 по Шарпі, – 40°C, Дж
Armox 370T Class 2	3-150	≥ 800	900-1100	280-330	≥ 13	–	40 по Шарпі, – 40°C, Дж
Armox 500 T	3-80	≥ 1250	1450 - 1750	480-540	≥ 8	–	≥ 32 по Шарпі, – 40°C, Дж
4340 TOD, (40XH2MФ)	–	≥ 470	≥ 745	–	≥ 22	≥ 50	–
MARS 190	51-500	–	≥ 900	≤ 388	–	–	–
MARS 240	38-50	≥ 1100	≥ 1600	450-534	≥ 9	–	≥ 16 по Шарпі, – 40°C, Дж
MARS 270	25-75	–	≥ 1700	477-534	–	–	–

На додаток для підвищення експлуатаційних властивостей труб до листового прокату пред'являються вимоги щодо зварюваності, корозійної стійкості, стійкості до сірководневого розтріскування, вмісту неметалевих включень та інше [10].

Механічні властивості листового прокату основних класів міцності для виготовлення нафтогазопровідних труб великого діаметра у стані постачання повинні відповідати нормам, зазначеним у таблиці 4 [11].

Таблиця 4 – Механічні властивості листового прокату для виготовлення нафтогазопровідних труб [11]

Клас міцності	σ_B , Н/мм ²	σ_T , Н/мм ²	δ , %, не менше	KCV при –20°C, Дж/см ² , не менше	ІПГ при –20 °C, %, не менше
X65	550 – 650	450 – 550	22 – 23	100 – 120	70 – 90
X70	590 – 690	490 – 590	22 – 23	100 – 120	90
X80	640 – 750	570 – 670	20	100 – 120	90
X100	760 – 860	720 – 820	–	100 – 120	90
X120	860 – 960	≥ 915	–	100 – 120	90

Найбільш важливі вимоги до котлової сталі в листах - зварюваність, висока міцність і в'язкість, формуваність, тріщиностійкість (в т.ч. при низьких температурах), рівномірність розподілу структурних складових та механічних характеристик за товщиною, шириною та довжиною листа. Через підвищення агресивності речовин, що транспортуються, часто потрібне постачання сталі

для суден з гарантією стійкості в сірководневих середовищах. Для зменшення кількості зварних швів у виробництві великогабаритних ємностей використовується широкий та довгий лист.

Від листового прокату для виготовлення морських платформ та споруд вимагається висока міцність, низькотемпературна в'язкість, корозійна стійкість, зварюваність. Використання конструкцій за умов Крайньої Півночі обумовлює необхідність гарантії значень роботи удару при низьких температурах до -60°C . Для забезпечення надійності виробів в умовах підвищених концентрацій сірководню (наприклад, нижні шари океану) потрібна гарантія стійкості прокату в середовищі H_2S . Сталевий прокат поставляється відповідно до вимог міжнародних та національних нормативних документів, таких як європейський стандарт EN 10225 та американські API Specification 2H, API Specification 2Y.

До прокату для виготовлення веж вітрогенераторів висувають вимоги щодо забезпечення зварюваності, міцності, формованості, корозійної стійкості та тріщиностійкості (в т.ч. при негативних температурах). Для мінімізації кількості зварювальних операцій під час виготовлення веж вітряних електростанцій використовується широкий та довгий лист. Висувають підвищені вимоги до точності розмірів листа та його площинності. Для виробництва елементів веж застосовуються конструкційні марки сталі за міжнародними та національними стандартами (EN 10025, EN 10149, ДСТУ EN 10025 та ін.).

Основними вимогами до товстолистого прокату для будівництва та мостобудування є зварюваність, висока міцність та в'язкість, тріщиностійкість (в т.ч. при низьких температурах), для окремих застосувань – стійкість до атмосферної корозії.

З представленого аналізу випливає, що для всіх категорій товстого листа однією з найважливіших характеристик є зварюваність.

У таблиці 5 представлені рекомендовані параметричні рівняння для оцінювання схильності сталі до утворення гарячих тріщин при зварюванні [12,13].

Таблиця 5 – Рекомендовані параметричні рівняння [12,13]

Параметричне рівняння	Вид оцінки	Галузь застосування
$HCS = \frac{C(S + P + Si / 25 + 0,01Ni) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V}$	<4 – не схильна <2 – не схильна	Для сталей з $\sigma_B < 700$ МПа Для сталей з $\sigma_B > 700$ МПа
$UCS^* = 230C + 190S + 75P + 45Nb - 12,3Si - 5,4Mn - 1$	<10 – стійка ≥ 30 – схильна	Nb- мікролеговані сталі
$V_{KP} = 19 - 42C - 411S - 3,3Si + 5,6Mn + 6,7Mo$ [мм/мин]	>6 – стійка $<1,8$ – схильна	Леговані сталі
$\frac{Cr_9}{Ni_9} = \frac{Cr + 1,37Mo + 1,5Si + 2Nb + 3Ti}{Ni + 0,31Mn + 22C + 14,2N + Cu}$	$>1,5$ при $P+S=0,02-0,035$ – стійка $<1,5$ при $P+S>0,02$ – схильна	Cr-Ni – аустенітні сталі
$L = 299C + 8Ni + 142Nb - 5,5(\% \delta - Fe)^2 - 105$	$L > 0$ схильна $L < 0$ не схильна	Аустенітно-феритні сталі

Основними параметрами оцінки схильності сталей до утворення холодних тріщин є вуглецевий еквівалент ($C_{\text{екв}}$) та параметр тріщиноутворення $P_{\text{см}}$. Вважається, що:

- при $C_{\text{екв}} \leq 0,25$ % сталь добре зварювальна;
- при $C_{\text{екв}} = 0,25\% - 0,35\%$ сталь задовільно зварювана;
- при $C_{\text{екв}} = 0,35 - 0,45\%$ – сталь зварюється з обмеженнями;
- при $C_{\text{екв}} > 0,45\%$ - сталь важкозварювальна.

Однак $C_{\text{екв}}$ не враховує наявності у металі зварного з'єднання водню, а так само вплив розтягуючих напружень. Тому для оцінки схильності конструкції до утворення холодних тріщин, з урахуванням впливу кількості дифузійного водню та жорсткості конструкції, використовується наступне параметричне рівняння:

$$P_w = P_{\text{см}} + \frac{H_{\text{зл}}}{60} + \frac{K_0 \delta}{40 \cdot 10^4} \quad (1)$$

де $H_{\text{зл}}$ – кількість дифузійного водню в металі шва, встановлене гліцеринним методом [мл/100г], K_0 – постійна, яка залежить від жорсткості конструкції для проби «Теккен 685» (перебуває в межах $200 \div 1000$ Н/мм²), δ – товщина сталі [мм], $P_{\text{см}}$ – параметр, що враховує хімічний склад сталі, визначається параметричним рівнянням Іто-Бессіо:

$$P_{\text{см}} = C + \frac{\text{Si}}{30} + \frac{\text{Mn}}{20} + \frac{\text{Cr}}{20} + \frac{\text{Cu}}{20} + \frac{\text{Ni}}{60} + \frac{\text{Mo}}{15} + \frac{\text{V}}{15} + 5 \cdot B \quad (2)$$

При $P_{\text{см}} > 0,286$ можливе утворення холодних тріщин. Рівняння застосовується до низьколегованих високоміцних сталей з низьким вмістом С, при зварюванні з погонною потужністю 17 кДж/см.

Висновок. Листовий прокат є одним з основних видів продукції чорної металургії, що споживається у великих обсягах усіма галузями промисловості. З постійним розвитком виробництва вимоги до комплексу його механічних властивостей та живучості постійно зростають. На підставі проведеного аналізу встановлено, що основними вимогами до листового прокату є поєднання високої міцності і пластичності, стійкості до динамічних навантажень, високі зносостійкість, холодостійкість, корозійна стійкість та добра зварюваність.

Посилання

1. Shipbuilding Steel Plates URL : <http://www.steels-supplier.com/steel-plate/shipbuilding-steel-plate.html>.
2. Classification and application of marine steel. URL : https://www.shipbuilding-steel.com/News/classification-and-application-of-marine-steel_2375.htm.
3. Igor Barenyi, Ondrej Hires, Peter Liptak. Changes in Mechanical Properties of Armoured UHSLA Steel ARMOX 500 After Over Tempering. Problems of Mechatronics. Armament, Aviation, Safety Engineering, 2013, no. 4. Pp. 7-14.
4. Igor Barenyi. Secondary processing of UHSLA ARMOX 500 steel with heat based technologies. University Review, 2012, vol. 6, no. 2. Pp. 6-9.
5. Бабаченко О.І., Кононенко Г.А., Подольський Р.В., Сафронова О.А., Кімстач Т.В. Сталі для броньового захисту. Матеріали IV Міжнародної

- конференції «Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід». 2021, С.129-134. URL : https://nmetau.edu.ua/file/-helsinki-2021-v_pechat.pdf
6. Ultra High Hard Armor–Mars 240 For Sale | Bozhong Metal. URL: <http://www.manufacturer.cc/product-detail/mil-dtl-46100-reve-14720288031294656.html>.
 7. MIILUX® DATASHEET MIILUX 400 | 450 | 500 | 530. URL: https://www.miilux.fi/esitteet/datasheet_400450500530032020en_miilux.pdf.
 8. Rosenberg Z. and Dekel E. Terminal Ballistics. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. – 323 p.
 9. Mr. William A. Gooch , Mr. Matthew S. Burkins and Mr. Richard Squillaciotti, Ms. Ros-Mari Stockman Koch , Mr. Hubert Oscarsson , and Mr. Ceri Nash Ballistic Testing of Swedish Steel ARMOX Plate for US Armor Applications. URL : https://www.researchgate.net/publication/292159004_Ballistic_Testing_of_Swedish_Steel_ARMOX_Plate_for_US_Armor_Applications
 10. Change of mechanical properties of high strength linepipe by thermal coating treatment / Y. Shinohara [at al.] // Proceedings 24th International Conference Offshore Mechanics and Arctic Engineering, June 12–17. Halkidiki, Greece. 2005. Pap. OMAE2005-67055
 11. API 5L. Specification for Line Pipe. URL : <https://www.worldironsteel.com/Content/upload/PDF/20179562/API-5L.pdf>.
 12. Гуменюк І.В., Іваськів О.В., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: К.: Грамота, 2006. 512 с.
 13. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника К.: Техніка, 2002. 448 с.

ФАКТЧЕКІНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПЕРЕВІРКИ ДОСТОВІРНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

Здобувач освіти В. С. Коцур, викладач I категорії Г. В. Хоменко

Відокремлений структурний підрозділ

*«Конотопський індустріально-педагогічний фаховий коледж Сум ДУ»
м. Конотоп, Україна*

Сьогодні важко переоцінити важливість отримання достовірних відомостей та вміння не піддаватися на маніпуляції у засобах масової інформації. Медіаграмотність стає необхідною навичкою, що допомагає не загубитися у потоці інформації. Розвиток технологій, з одної сторони, робить світ набагато відкритішим, знання – доступнішими, а з іншої сторони, без критичного сприйняття інформації жити у такому світі не можливо.

Фактчекінг має на меті перевірку правдивості інформації та попередження поширення міфів та недостовірних даних. Завдання включають

аналіз статей, вибіркове дослідження джерел, перевірку фактів та виявлення можливих спотворень, щоб забезпечити громадськість об'єктивною та достовірною інформацією. Газетні качки, плітки, чутки, домисли, фактоїди, маніпуляції, джинса, фейки несвідомі і зловмисні, технічні помилки та неточності – всьому цьому протистоїть фактчекінг [1, с. 4].

Існують різноманітні підходи до фактчекінгу, включаючи візуальний, текстовий та контекстуальний. Візуальний фактчекінг фокусується на перевірці зображень та відео, визначаючи їхню автентичність. Текстовий фактчекінг аналізує письмові матеріали для виявлення неточностей. Контекстуальний фактчекінг враховує обставини та історію подій для більш повного розуміння інформації та її правдивості. Комбінація цих підходів дозволяє створити комплексну стратегію виявлення та виправлення фактів.

Виявлення фактів, які потребують перевірки, часто відбувається через підозрілість до інформації. Непереверені або надто сенсаційні твердження, відсутність джерел та суперечлива інформація можуть бути ознаками потенційних неточностей. Ретельний аналіз контексту, перевірка авторитетності джерела та перехрещення відомих фактів можуть допомогти в ідентифікації інформації, яка вимагає уважної перевірки та корекції.

Структура та концептуальні особливості фактчеку спрямовані на: максимальне унеможливлення суб'єктивної інтерпретації інформації; запобігання маніпуляції доказовими даними; уникнення факту упередженості при побудові висновку/вердикту; запобігання обвинуваченням у заангажованості інформації [1, с. 24].

Перевірені медіатексти допомагають читачам розвивати критичне мислення та вчать перевіряти факти власноруч. Фактчекери проявляють компетентність у роботі з різними матеріалами, зокрема із текстами, фото, відео та публікаціями в соціальних мережах [2, с. 123].

У нашій роботі хочемо розглянути елементи фактчекінгу, які подано у наступному алгоритмі:

Елементи фактчекінгу

- Збір даних з різних джерел
- Верифікація фактів:
 - Офіційна статистика
 - Інформація з ЗМІ, соцмереж
 - Архівні матеріали та бази даних
- Пошук за ключовими словами
- Зіставлення та порівняння даних
- Хронологічний та логічний аналіз
- Пошук першоджерел
- Узгодженість з іншими джерелами
- Авторитетність джерела інформації

Збір даних з різних джерел є ключовим етапом в об'єктивному аналізі інформації. Комбінування різноманітних джерел, таких як новини, наукові дослідження, офіційні звіти та свідчення експертів, дозволяє отримати повніший та збалансований погляд на тему. Важливо враховувати різницю в авторитетності та релевантності джерел, щоб забезпечити якісний та достовірний аналіз інформації.

Верифікація отриманих фактів - це критичний етап у процесі перевірки інформації. Включає перевірку достовірності джерел, перехрещення інформації з різних джерел та перевірку контексту. Спеціалісти з фактчекінгу використовують методи аналізу тексту, перевірку фото та відео, а також консультації з експертами для забезпечення точності та об'єктивності отриманих даних. Ретельна верифікація допомагає уникнути поширення неточностей та підвищує надійність інформації.

Офіційна статистика, звіти та дослідження вважаються важливими джерелами даних для фактчекінгу. Ці джерела, такі як урядові агентства, міжнародні організації чи наукові установи, забезпечують об'єктивні та перевірені інформаційні ресурси. Фактчекери активно використовують ці дані для перевірки достовірності тверджень, аналізу статистики та підтвердження фактів, забезпечуючи надійний фундамент для об'єктивного визначення правдивості інформації.

Інформація з ЗМІ, соцмереж та свідчень очевидців також важлива для фактчекінгу, але потребує ретельної перевірки. Ці джерела можуть містити спотворення, розповсюджувати міфи чи недостовірну інформацію. Фактчекери використовують різноманітні методи, такі як перевірка іншими джерелами, аналіз змісту та перевірка авторитетності авторів, щоб визначити правдивість інформації з цих джерел. Комбінування офіційних даних із ЗМІ та соцмереж допомагає створити повніший та об'єктивний образ подій.

Архівні матеріали та бази даних є цінними ресурсами для фактчекінгу, оскільки вони можуть містити історичні дані та документацію, яка допомагає встановити контекст та перевірити подані факти. Використання архівних джерел дозволяє фактчекерам долучити часовий аспект до аналізу інформації. Однак, важливо бути уважним при використанні цих джерел, оскільки їхня точність та актуальність можуть змінюватися з часом.

Пошук за ключовими словами та фразами не менш важливим інструментом фактчекінгу. Дослідники використовують різноманітні пошукові інструменти та бази даних, а також спеціалізовані інструменти для аналізу тексту. Вони вводять ключові слова чи фрази, пов'язані з темою, і перевіряють інформацію в різних джерелах. Цей метод дозволяє ефективно знаходити контекст та перевіряти достовірність стверджень, сприяючи об'єктивному визначенню фактів.

Зіставлення та порівняння даних відіграють важливу роль у перевірці достовірності інформації. Фактчекери використовують ці методи, порівнюючи інформацію з різних джерел для виявлення розбіжностей, аномалій чи підозрілих тверджень. Це може включати перевірку статистики, документів чи свідчень очевидців у різних контекстах. Зіставлення даних допомагає підтвердити чи спростувати факти, підвищуючи достовірність результатів перевірки.

Хронологічний та логічний аналіз є важливими елементами інструментів та методів фактчекінгу. Такий аналіз дозволяє встановити послідовність подій та

визначити часовий контекст інформації. Це допомагає визначити, чи співпадають часові рамки подій з поданою інформацією.

Логічний аналіз використовується для перевірки консистентності та зв'язку між різними частинами інформації. Фактчекери ретельно аналізують логіку аргументації та переконливість стверджень, щоб визначити, наскільки обґрунтованими є дані.

Наявність першоджерел є ключовим критерієм оцінки достовірності фактів у фактчекінгу. Першоджерело - це джерело, яке надає пряму, первинну інформацію без посередництва чи тлумачення. Слід намагатися використовувати якнайбільше першоджерел для підтвердження або спростування фактів, оскільки це збільшує надійність та об'єктивність аналізу. Відсутність першоджерел може підняти сумнів щодо достовірності інформації та вимагати додаткової перевірки. У фактчекінгу, якщо думка у статті посиляється на «інформацію анонімного джерела», мають бути деталі, що підтверджують достовірність наданих джерелом даних. Якщо джерело взагалі не згадується, пошук інформації за ключовими словами Google може бути ефективним [3].

Не менш важливою для оцінки достовірності є узгодженість з іншими джерелами відомостей. Якщо інформація збігається або підтверджується незалежними та надійними джерелами, це збільшує впевненість у правдивості поданого факту. Фактчекери активно порівнюють інформацію з різних джерел, таких як офіційні звіти, наукові публікації, або визнані джерела, щоб уникнути спотворень та недостовірності.

Для достовірності інформації важливим є і саме джерело інформації, його надійність. Авторитетне джерело - це той, хто має відому репутацію, історію надійних публікацій. Наприклад, офіційні урядові джерела, визнані наукові журнали або добре відомі та надійні медіаорганізації зазвичай вважаються авторитетними. Якщо інформація зазначеного джерела підтверджується іншими авторитетними джерелами, це сприяє визнанню факту як достовірного в рамках фактчекінгу.

Отже, фактчекінг в умовах інформаційної війни є надзвичайно важливим, а знання його елементів та розуміння механізму його реалізації ведуть до особистої інформаційної гігієни та протидії маніпуляціям.

Посилання

1. Гороховський О. Фактчек як тренд розслідувань: можливості та перспективи: практичний посібник. Дніпро: ЛІРА, 2017. 124 с.
2. Ковальова Т. В. Хорошева Є. А. Фактчек у медіа: вердиктна лінійка та жанрова палітра // Регіональна журналістика: реалії, виклики, перспективи: матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції (м. Тернопіль, 15 квітня 2021 року). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2021. 190 с.
3. Як розпізнати фейкову новину в соцмережах – рекомендації The Huffington Post : Media Sapiens. 23 листопада 2016. URL: http://osvita.mediasapiens.ua/web/online_media/yak_rozpiznati_feykovu_novinu_v_sotsmerezkhakh_rekomendatsii_the_huffington_post (дата звернення: 9.01.2024).

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ ТОНКОСТІННИХ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ ТРУБ З ВИКОРИСТАННЯМ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

*Д-р філос. зі спец. 132 «Матеріалознавство», викладач¹ Л.С. Кривчик,
декан ф-ту², канд. техн. наук, доц³. Т.С. Хохлова,
зав. каф³., докт. техн. наук, проф. Л.М. Дейнеко
викладач-методист¹ В.Л. Пінчук*

¹Нікопольський фаховий коледж

²Нікопольський факультет

³кафедра матеріалознавства і термічної обробки металів

**Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна**

Тонкостінні корозійностійкі труби широко використовуються в авіації, ракетобудівництві, атомній енергетиці, суднобудівництві, хімічній, харчовій та інших відповідальних галузях промисловості. Тонкостінні корозійностійкі труби в основному виготовляють на роликкових станах холодної прокатки.

Схема деформації металу на станах ХПТР аналогічна холодній прокатці труб на валкових станах (рис. 1).



Рисунок 1 – Робоча кліть роликowego стану

Труби прокочують на циліндричній оправці за допомогою трьох або чотирьох (в залежності від прийнятої схеми) робочих роликів. По периметру роликів нарізаний круглий струмок постійного радіуса, рівного радіусу труби, що прокочується. Кільцевий зазор при прямому ході робочої кліті зменшується: цапфи ролика котяться по опорній планці, висота якої наростає по ходу прокатки, і ролики, поступово наближаючись до оправки, обтискають заготовку по діаметру і товщині стінки. Поворот і подача труби відбуваються одночасно при задньому положенні кліті.[1]

Обертання роликів здійснюється завдяки силам тертя, виникаючим між роликом і планками. Оскільки висота планки збільшується по ходу руху роликів при русі кліті вперед, то вони зближуються і обтискають заготовку на оправці.(Рис.2)



Рисунок 2 – Схема роботи інструменту роликів станів, [2]

Прокатний інструмент станів ХПТР працює в дуже важких умовах. Це перш за все дуже високий тиск на нього металу, знакозмінні навантаження, динамічні удари. Тому стійкість інструменту повинна бути дуже високою, оскільки від цього залежить продуктивність станів і якість труб. Висока стійкість інструменту забезпечується якістю матеріалу і виконанням технології виготовлення.[3]

У роликів концентратором напруг є ділянка переходу цапфа-тіло ролика і реборди. Тут найчастіше і відбувається руйнування роликів. Знос роликів відбувається по ручцю. Оправки руйнуються внаслідок знакозмінних навантажень – утворюються продольні і поперечні тріщини. Знос приводить до утворення шийки на обжимній ділянці. Шийка може бути наслідком недостатньої твердості металу оправки. Основною причиною виходу зі строю опорних планок є осповидний знос робочих доріжок. Основними причинами осповидного зносу опорних планок є значні питомі тиски, які виникають під дією зусилля, що передається при котінні цапф роликів по робочій поверхні планок, які сягають величини $1900 \div 2800 \text{ МПа}$ (в залежності від типорозміру стану), а також остатні напруги 1-ого роду. Остатні напруги утворюються, по-перше, в результаті механічної обробки поверхні шліфуванням, по-друге, внаслідок динамічного деформування металу поверхневих шарів.[4]

Ролики, опорні планки і оправки виготовляються в цехових умовах зі сталі 60C2XФА (ДСТУ 8429:2015), AISI 5160 (USA).

Твердість поверхні після термічної обробки повинна перебувати в межах 50-56 HRC [5]. Хімічний склад сталі наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад сталі 60C2XФА, % по масі (ДСТУ 8429:2015), AISI 5160 (USA),[6]

C	Si	Mn	Cr	V	Ni	Cu	S	P
0,56	1,4	0,4	0,9	0,1	Не більше			
0,64	1,8	0,7	1,2	0,2	0,25	0,2	0,025	0,025

Але існуючі матеріали і методи зміцнення (загартування з відпуском) не забезпечують жорсткі умови роботи трубного інструменту. Тому певний інтерес представляє вибір сучасних матеріалів, розробка й коректування методів термічної обробки і нанесення спеціальних покриттів для підвищення зносостійкості інструменту.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

При експлуатації інструменту одним з основних видів руйнування є знос (зношування). Це процес руйнування і відділення матеріалу з поверхні інструменту при терті, який проявляється у поступовому зміні розмірів і форми інструменту. Знос пов'язаний з ковзанням заготовки, яка деформується, по поверхні інструменту при наявності тертя між ними. [7]

Одним з перспективних напрямків підвищення стійкості інструменту є його зміцнення зносостійкими покриттями і покриттями аморфних сплавів.

Зносостійкі покриття з аморфних сплавів застосовують на машинобудівних підприємствах, наприклад, при відновленні і зміцненні зношених поверхонь валів і зубчастих коліс, при відновленні колінчастих і розподільних валів, зміцненні головок клапанів транспортних засобів, тощо [8]. В поліпшенні експлуатаційних властивостей високонавантажених деталей і вузлів тертя трубопрокатного обладнання зносостійкі покриття, зокрема з аморфних сплавів, не знайшли широкого використання, окрім досліджень, проведених в роботах [9-11]. Тому проблема використання порошків аморфних сплавів для зміцнення трубного інструменту є недостатньо вивченою, хоча і має широкі перспективи використання і значні переваги.

В роботі запропоновано замість сталі 60С2ХФА, яка використовується в цехових умовах для виготовлення роликів і опорних планок, використати напівтеплостійку інструментальну штампову сталь 4Х5МФ1С, яку за традиційною технологією піддають загартуванню з високих температур і наступному двох або трьохкратному відпуску при 550 – 5700С (1 відпуск), 530 – 5500С (2 відпуск) для отримання структури трооститу відпуску і достатньої в'язкості інструменту і твердості 48-52 HRC. Відпуск викликає додаткове зміцнення інструменту внаслідок дисперсійного твердіння. (Рис.3) Хімічний склад сталі 4Х5МФ1С наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Хімічний склад сталі 4Х5МФ1С, % по масі (ДСТУ 3953-2000), AISI 4140 (USA), [12]

C	Si	Mn	Cr	V	Mo	Ni	Cu	S	P
0,32	0,90	0,20	4,50	0,30	1,20	Не більше			
0,40	1,20	0,50	5,50	0,50	1,50	0,35	0,30	0,30	0,03

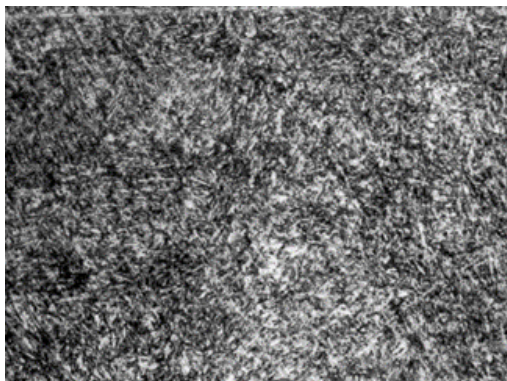


Рисунок 3 – Мікроструктура сталі 4X5МФ1С після загартування від 1070⁰С і відпущеної при 550 – 570⁰С (1 відпуск), 530 –550⁰С (2 відпуск) (троостит відпуску), х 500

Одним з сучасних шляхів зміцнення трубного інструменту є використання нанотехнологій. Нанотехнології — це технології, що оперують величинами, порядку нанометра. Це мізерно мала величина, співмірна з розмірами атомів.

Аморфні метали та сплави - це один із видів нових конструкційних матеріалів. Їх отримують у разі дуже швидкого охолодження розплавів. Швидкість охолодження в основному становить 103 до 1010 °С/с. Таких великих швидкостей охолодження досягають у розплавах, товщина шарів яких не перевищує десятки мікрометрів.[13]

Аморфні метали та сплави мають добрі механічні властивості: високу твердість, зносостійкість, корозійну стійкість, тому з них виготовляють леза різальних інструментів, фільтри, деталі кабелів, які працюють у морській воді, медичну апаратуру.

Найбільш дешевим способом отримання зносостійких недорогих порошкових покриттів є використання гартування розплаву.[14]

Аморфні металеві сплави (АМС) отримують швидким загартуванням розплавів при швидкостях охолодження рідкого металу 104-106 град /с і за умови, що сплав містить достатню кількість елементів-аморфізаторов.[15] Аморфізаторами є неметали: бор, фосфор, кремній, вуглець і метали. Аморфна структура характеризується відсутністю далекого порядку в розташуванні атомів, завдяки чому в ній немає кристалічної анізотропії, відсутні границі блоків зерен і інші дефекти структури, типові для полікристалічних сплавів.[16]

Затвердіння з утворенням аморфної структури принципово можливо для всіх металів і сплавів. Для практичного застосування у звичайних випадках використовують сплави перехідних металів (Fe, Co, Mn, Cr, Ni та ін.), в які для отримання аморфної структури додають аморфоутворюючі елементи типу В, С, Si, Р, S. Аморфізатори знижують температуру плавлення і забезпечують досить швидке охолодження розплаву нижче його температури склування так, щоб в результаті утворилася аморфна фаза.

Найбільш продуктивним і широко розповсюдженим способом отримання аморфних матеріалів є загартування із розплаву у вигляді стрічки [17].

Зазвичай порошки аморфних сплавів виробляють розпиленням розплаву [18]. Але цей спосіб дає окислення поверхні порошків, що погіршує властивості покриттів. Цих недоліків можна позбутися при отриманні порошків аморфних сплавів розмелом аморфної стрічки [19]. Сумарна площа поверхні стрічки буде в ~ 6 разів менше сумарної площі порошкових частинок, що отримуються з однакового об'єму розплаву. При цих умовах охолодження обидві поверхні стрічки практично не встигнуть окислюватися, тому в вихідному матеріалі (стрічці) для отримання аморфного порошку кількість оксидів буде дуже мала, а однорідність аморфної стрічки по товщині ($\pm 1 - 2$ мкм) сприяє однаковій швидкості охолодження всього об'єму розлитого металу [10].

3. Мета та задачі дослідження

Традиційна технологія зміцнення термічною обробкою трубного інструменту із вказаних сталей майже вичерпала свої можливості по подальшому підвищенню його експлуатаційних властивостей. Тому метою даного дослідження є удосконалення методів зміцнення трубного інструменту для прокатки корозійностійких труб шляхом нанесення аморфного покриття для підвищення стійкості в експлуатації.

4. Матеріали та методика досліджень

Опорні планки зі сталі 4Х5МФ1С довжиною 210 мм, шириною 80 мм и висотою 47,42 мм і шириною доріжок 25 мм і 20 мм (під трубу діаметром 15 ÷ 22 мм и 23 ÷ 30 мм відповідно) (3 штуки), а також ролики з сталі 4Х5МФ1С діаметром 41, 63,5, 67,3 мм (6 штук) виготовлені на ТОВ «Метінсервіс Груп» (м. Нікополь) і піддані зміцнюючій термічній обробці (ступеневе загартування з 1080 – 1100⁰С та двократному відпуску при 550 – 570⁰С (1 відпуск) та 530 – 550⁰С (2 відпуск). Стрічку в аморфному стані товщиною від 15 до 100 мкм в роботі отримали подачею розплаву на поверхню обертового барабана-кристалізатора в Інституті фізики металів АН України (м. Київ). Відпал і розмелювання стрічки були виконані на кафедрі електрометалургії Українського державного університету науки і технологій. Ефективність розмелювання стрічки була забезпечена низькотемпературним відпалом (180 ÷ 200⁰ С), в процесі якого відбувається так звана структурна релаксація, коли аморфний стан зберігається, але стрічка стає крихкою і легко перемелюється у порошок.[20]

Плазмове нанесення порошкового покриття товщиною 100 ÷ 150 мкм на робочі поверхні роликів і опорних планок станів ХПТР зі сталі 4Х5МФ1С і експериментальних зразків вказаних марок сталей виконали на установці

УПУ-3Д лабораторії плазмових технологій кафедри матеріалознавства і обробки матеріалів Придніпровської державної Академії будівництва і архітектури.

Технологія газоплазмового напилення полягає в наступному: матеріал, що наноситься на поверхню інструменту, пластифікують нагріванням, розганяють потоком газу і транспортують до поверхні інструменту. При ударі шорсткої поверхні інструменту, частки розплавленого матеріалу впроваджуються в поверхневий шар, утворюючи покриття [20].

Контроль якості напиленого покриття проводили візуально за наявністю відшарувань та сколів. Технологічні розміри контролювали за допомогою засобів вимірювання. Мікротвердість зразків вимірювали на приладі ПМТ-3 на підготовленій поверхні покриття [20]. Для вивчення структурного стану, комплексу фізико-механічних властивостей, фазового складу, стану поверхневого шару інструменту і зразків використовували такі методи дослідження і випробувань:

- металографічний аналіз виробів і зразків з використанням оптичного металографічного мікроскопу «Axiovert 200 MAT Zeiss»;

- метод електронної мікроскопії з застосуванням растрового електронного мікроскопу «РЕМ -106И» (прискорювальна напруга 100кВ) [20].

- дифрактометричні дослідження проводилися на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-2.0 в кобальтовому Со-Ка випромінюванні із застосуванням Fe - селективно поглинаючого фільтра.

4. Результати досліджень

Склад аморфної стрічки представлений в таблиці 3.

Таблиця 3 – Хімічний склад (вагова доля, %) порошку на основі Ni и Fe

Елементи	Ni	Cr	Si	B	C	Fe	Mo	Co	P
Вагова доля, %	9,49	2,1	1,14	1,09	1,46	Ост.	7,75	7,15	5,63

Режими термозміцнення інструменту станів ХПТР і дослідних зразків наведені в таблиці 4, [20]

Таблиця 4 – Режими термічної обробки інструменту і дослідних зразків

Режим обробки	Температура відпуску, °C			Твердість, HV _{0,1}
	I	II	III	
1 – загартування +відпуск	560 – 580	550 – 560	520 – 530	587 – 690
2 – 4X5МФ1С Загартування + відпуск + покриття	560 – 580	550 – 560	-	950 – 1050

При напиленні використовували плазмотрон ПП-25, призначений для нанесення покриттів на поверхні деталей методом плазмового напилення дрібнодисперсних порошкових матеріалів.(Рис.4) [22-23]



Рисунок 4 – Плазмотрон ПП-25 і установка УПУ-3 з плазмотроном ПП-25 і порошковим дозатором, зліва (на задньому плані) камера для наповнення з вертикальним обертачем, [20]

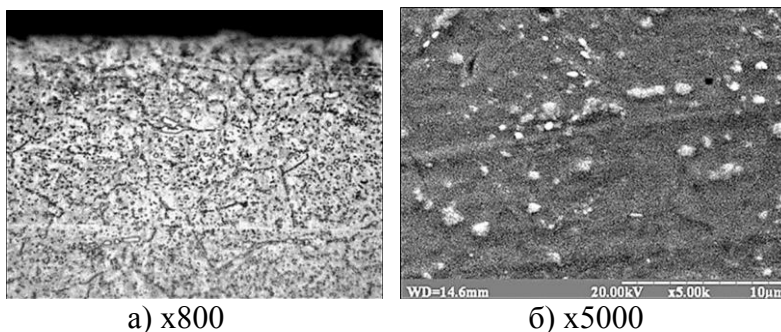


Рисунок 5 - Мікроструктури роликів і опорних планок після нанесення покриття аморфного сплаву (x800, x5000), [20]

Мікроструктури зразків сталей після нанесення покриття аморфного сплаву наведені на рисунку 5. На поверхні зразків – покриття аморфного сплаву (1), а серцевина і перехідний шар – мартенсит відпущений (2) та карбіди хрому, вольфраму, молібдену, ванадію (3).[20]

На рисунках 6 та 7 представлені дифрактограми поверхневого шару та його мікроструктура у характеристичному випромінюванні всіх елементів аморфного сплаву наповнення за даними мікрорентгеноспектрального аналізу.

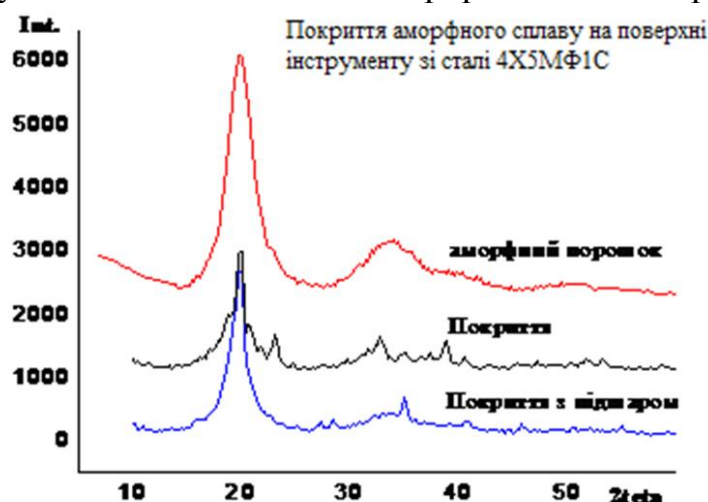


Рисунок 6 – Рентгенограми (Mo Kα) покриття аморфного сплаву, наповненого на поверхню інструменту з сталі 4X5МФ1С, [20]

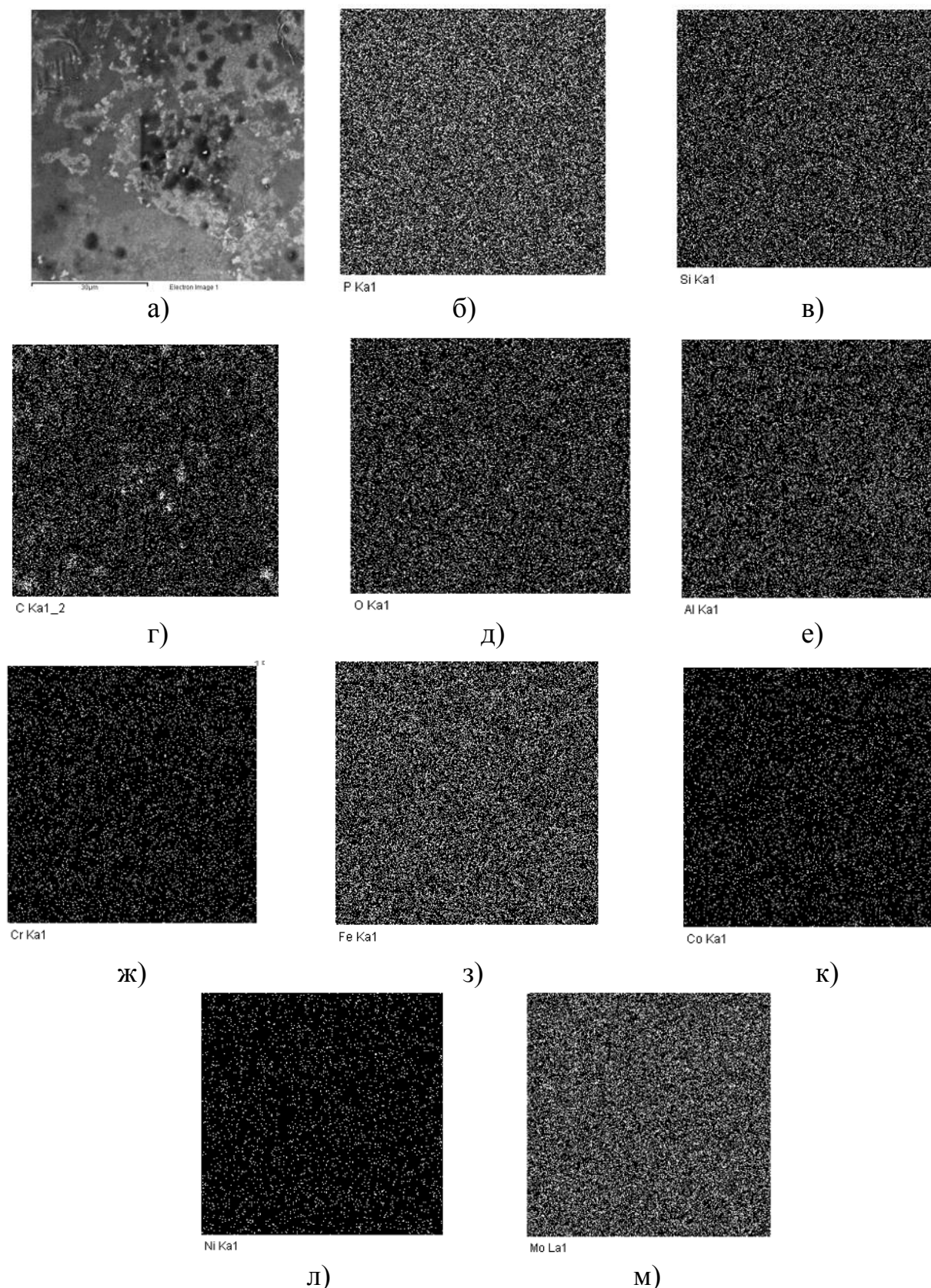


Рисунок 7 – Дані мікрорентгеноспектрального аналізу поверхні інструментальної сталі 4X5MΦ1C після лазерного напилення аморфним матеріалом, [20]:

а – зображення аморфного шару у вторинних електронах; б, в, г, д, е, ж, з, к, л, м – зображення аморфного шару в характеристичному випромінненні P, Si, C, O, Al, Cr, Fe, Co, Ni, Mo

Всі елементи аморфного сплаву за даними мікрорентгеноспектрального аналізу розподілені надзвичайно рівномірно по поверхні аморфного шару, який представлений на структурі у вторинних електронах. (Рис.7а), [20,24]

Випробування роликів і опорних планок після зміцнюючої обробки і нанесення покриття виконано на роликовому стані ХПТР «15-30» м. Нікополь (ТОВ «ВО ОСКАР») (Рис.8)



Рисунок 8 - Випробування трубного інструменту на ТОВ «ВО ОСКАР» (м.Нікополь)

Запропонована технологія термозміцнення і додаткового нанесення плазмовим напыленням на робочу поверхню роликів і опорних планок нанопокриттів з аморфних сплавів товщиною 100 – 150 мкм виключає третій відпуск, змінює структуру і властивості поверхневого шару, підвищує міцність, зносо- і теплостійкість і твердість до $HV_{0,1}$ 950 – 1050 для сталі 4Х5МФ1С (в порівнянні з HV 587 – 590 за існуючою технологією). В результаті сталь здобуває високу твердість і зносостійкість на поверхні, яка необхідна в умовах значного тиску і тертя при роботі на трубопрокатних роликових станах [20].

Висновки:

1. Внаслідок недостатньої стійкості роликів (1050-1230 м на комплект) і опорних планок (5120 – 5240 м) стану ХПТР «15-30», запропонована удосконалена технологія зміцнення роликів і опорних планок—після загартування з відпуском на робочі поверхні роликів і опорних планок виконали газоплазмове нанесення нанопокриття аморфного сплаву на основі системи Fe-Si-B для отримання шару 0,1 ÷ 0,15 мм і твердістю $HV_{0,1}$ 950 ÷ 1050 [20]

2. Результати випробувань показали, що ролики і опорні планки, додатково піддані газоплазмовому нанесенню покриттів з аморфного сплаву на основі системи Fe-Si-B показали стійкість 1860 – 2030 м на комплект і 5860 – 5930 м відповідно, внаслідок більш високої твердості (збільшення твердості в 1,65 ÷ 1,8 рази і 1,2 – 1,3 рази відповідно), міцності, зносостійкості [20].

3. Випробування в заводських умовах роликів і опорних планок з нанесеним покриттям показало збільшення їх стійкості на 20 ÷ 25% в порівнянні з технологією, що використовується на підприємствах, та покращення якості внутрішньої поверхні труб [20].

Посилання

1. Фролов В.Ф., Данченко В.Н., Фролов Я.В. Холодная прокатка труб: монография. Днепропетровск: Пороги, 2005. 255 с.
2. Фролов В.Ф., Данченко В.Н., Фролов Я.В. Холодная пильгерная прокатка труб. Днепропетровск: Пороги, 2005. 255 с.
3. Дічек, Н. І. Прокатні стани : підручник. К. : Либідь, 2014. 328 с.
4. Антощенко А.Е. Разработка мероприятий по повышению качества прокатного инструмента станов холодной прокатки труб дис.... канд. тех.наук, 05.16.01. / Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН. М. 2007. 156 с.
5. Попов М.В., Атанасов С.В., Беликов Ю.М. Совершенствование процесса периодической прокатки труб. Днепропетровск: ООО Независимая издательская организация «Дива», 2008. 192 с
6. Кривчик Л.С., Пінчук В.Л., Хохлова Т.С., Очеретько Л.В. Особливості виробництва труб холодною роликовою прокаткою. Шляхи підвищення стійкості трубного інструменту», XVII-а міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті» Болгарія, м. Варна 5-8 червня 2023 р
7. Кривчик Л.С., Пінчук В.Л., Хохлова Т.С. Зміцнення трубного інструменту для холодної роликової прокатки тонкостінних корозійностійких труб // XVIII Міжнародна науково-практична конференція «Research and development results », Афіни, Греція, 6-9 квітня 2021 р. С. 186-192
8. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Пінчук В.Л., Головачов А.М., Сребрянський Г.О., Носенко В.К., Загородній О.Б. Зміцнення трубного інструменту для холодної роликової прокатки корозійностійких труб нанесенням покриттів аморфних сплавів. Науково-технічний журнал «Вопросы атомной науки и техники» ХФТИ. 2021. №5. С. 131-138, (SCOPUS), doi:org /10.46813/ 2021-135-131.
9. Сребрянский Г.А., Стовпченко А.П. Новый подход к получению порошковых материалов. Materiały V Międzynarodowa Sesja Naukowa Nowe Technologie i osiągnięcia w metalurgii inżynierii materiałowej, Польша, Politechnica Czestochowska, Wydawnictwo Wipmifs, 2004. Р. 618-621.
10. Сребрянский Г.А., Стародубцев Ю.Н. Основные принципы совершенствования технологии производства аморфной ленты. Сталь., 1991. № 9. С. 73–78.
11. Рахманов С.Р. Некоторые перспективы повышения износостойкости трубопрессового инструмента. Металлургическая и горнорудная промышленность. 2011, №4 (269). С. 97-100.
12. Спосіб зміцнення трубопресового інструменту з інструментальної сталі: пат. 148695 Україна: МПК C21D 1/00, C23C 8/72, C23C 4/134, C21D 9/08; заяв. 09.09.2021 р., опубл. 19.02.2021 р.

13. Тимофеев В.Н. Калита В.И. Комлев Д.И. Формирование покрытий с аморфной структурой при плазменном напылении. ФХОМ, 1996, №4, С. 47-49.
15. Калита В.И., Комлев Д.И. Особенности формирования структуры аморфно-кристаллических покрытий при плазменном напылении. ФХОМ, 1996, №4, С. 43 - 46.
16. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Сребрянський Г.О. Методи підвищення зносостійкості і експлуатаційних характеристик трубопресового інструменту // Матеріали XI Міжнародної конференції «Молоді вчені 2020 – від теорії до практики» Національна металургійна академія України, м. Дніпро, С. 65-73
17. Пінчук В.Л., Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Сребрянський Г.О. Зміцнення матричних кілець горизонтального трубопрофільного пресу для виробництва нержавіючих труб шляхом нанесення нанопокриттів аморфних сплавів // XII-й міжнародній конференції «Молоді вчені 2021 – від теорії до практики» Національна металургійна академія України, м. Дніпро. 25 березня 2021 р., С. 65-73
18. Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Дейнеко Л.М., Пінчук В.Л., Сребрянський Г.О. Зміцнення трубопресового інструменту для виробництва корозійностійких труб шляхом нанесення покриттів зносостійких аморфних сплавів» XIII International Scientific and Practical Conference «Multidisciplinary academic research, innovation and results», Prague, Czech Republic. 05-08 April 2022, С. 736-748
19. Кривчик Л.С., Пінчук В.Л., Хохлова Т.С. Зміцнення трубного інструменту для холодної роликової прокатки тонкостінних корозійностійких труб // XVIII Міжнародна науково-практична конференція «Research and development results », Афіни, Греція, 6-9 квітня 2021 р. С. 186-192
20. Кривчик Л.С. Розробка параметрів зміцнюючих технологій трубного інструменту для виробництва гарячепресованих і холоднодеформованих труб дисертація доктора філософії, 03.10.23. /Український державний університет науки і технологій, Дніпро. 2023. 207 с.
21. Калита В.И., Кекало И.Б., Комлев Д.И., Тараничев В.Е. Структура и свойства массивных аморфных магнитомягких покрытий, получаемых плазменным напылением. ФММ. т. 80, вып. 2., 1995, С. 35 - 48.
22. Сверхбыстрая закалка жидких сплавов: Сб. научн. Трудов. Под ред. Германа Г. Пер. с англ. Жураховского Е.А., Федорова В.В. / Под ред. Борисова В.Т. – М.: Металлургия. – 1986. – 375 с.
24. Кекало И.Б. Атомная структура аморфных сплавов и ее эволюция: Учеб. пособие. – М.: Изд. «Учеба» МИСиС. – 2006. – 340 с.
23. А.с. СССР № 1535064. Способ плазменного напыления /Калита В.И., Кудинов В.В., Верниковский Б.К., Коптева О.Г.
24. Кудинов В.В., Калита В.И., Коптева О.Г. Исследование процесса формирования макро- и микроструктуры частиц газотермических покрытий. Физхон, 1992, № 3, С. 88 - 92.

СТІЙКІСТЬ ЗВАРНИХ НАКОНЕЧНИКІВ КИСНЕВИХ ФУРМ

*Аспірант А.В. Круть, зав. каф., докт. техн. наук Є.М. Сігарьов,
доц., канд. техн. наук А.А. Похвалітий, доц., канд. техн. наук О.А. Чубіна,
магістрант Д.С. Кондрашенков
Дніпровський державний технічний університет
м. Кам'янське, Україна*

Наконечники кисневих фурм працюють у жорстких умовах (вплив високих температур, що суттєво перевищують температуру плавлення міді (1085°C), від потоку гарячих відхідних газів, випромінення від допалення CO до CO_2 , взаємодія з краплями розплавленого заліза, що виносяться з реакційних зон та т. ін.).

На відміну від литих, ковано-паяних наконечників тощо, для підвищення стійкості зварних наконечників, крім роботи у режимах, наближених до розрахункового, значення має якість виконання зварювальних робіт та отриманих зварних швів. Виведення наконечників з експлуатації внаслідок руйнування зварного шва, що з'єднує корпус сопла Лавалю з зовнішньою поверхнею чаші наконечника, є однією з основних причин низької стійкості фурм та зростання витрат на виробництво сталі [1].

Стінки сопла Лавалю, крім охолодження водою, охолоджуються і дуттьовим киснем, який на виході з сопла має температуру *від -110°C до 140°C* . Незважаючи на те, що сопла наконечника інтенсивно охолоджуються водою та киснем, його зовнішня поверхня по ходу продувки нагрівається тепловим випромінюванням від відкритих реакційних зон та металевої ванни.

За результатами виконаних високотемпературних досліджень в частині наконечника, що знаходиться поблизу реакційних зон з температурою $2500\text{--}2900^{\circ}\text{C}$, виникають значні термічні напруження викликані нерівномірністю нагріву різних ділянок. Навіть внутрішня поверхня наконечника, що омивається водою, по ходу конвертерної плавки може нагріватися до температур $160\text{--}170^{\circ}\text{C}$, зовнішня його поверхня – до $400\text{--}500^{\circ}\text{C}$ і вище (при нагріві до температури у 500°C мідь втрачає міцність і пластичність).

Знакозмінні навантаження, викликані різнонаправленим впливом високотемпературного середовища робочого простору конвертера з однієї сторони та охолодження сопел і обойми наконечника, призводять до руйнування зварного шва.

Таким чином, найбільш «слабким» проблемним місцем зварного наконечника кисневої фурми залишаються зварні шви, що з'єднують сопла та зовнішню обойму (таріль) наконечника.

Крім теплових навантажень і температурних напружень наконечник фурми піддається впливу механічних навантажень, таких як реакція віддачі витікаючих з сопел струменів кисню, застосування гофрованих компенсаторів на внутрішніх трубах фурми тощо. При механічних навантаженнях утворені у зварних швах пори також сприяють передчасному руйнуванню швів [2-4].

При експлуатації першої партії дослідних наконечників розроблених відповідно до вимог першого етапу досліджень (з урахуванням поточних шихтових умов конвертерних плавок) була виявлена схильність до розтріскування зварного шва між соплом Лавалю та зовнішньою обоймою (таріллю) наконечника в повздовжніх і поперечних напрямках (рис.1).



Рисунок 1 – Тріщини зварного шва між соплом і зовнішньою обоймою наконечника фурми

З метою з'ясування причин виникнення тріщин було відібрано зразки і визначено (табл. 1) хімічні склади матеріалів зварювального дроту (проба 1) та сопел Лавалю (проба 2). Встановлено, що зварювальний дріт відповідає марці МНЖКТ (ГОСТ 16130-90), а матеріал сопла – марці М1 (ДСТУ ГОСТ 859:2003). Розбіжність за вмістом міді у матеріалі зварювального дроту та сопла Лавалю складала 6,79 %.

Таблиця 1 – Хімічний склад проб зварювальної проволоки і матеріалу сопла

№ зразка	Pb	Zn	Fe	Ni	Mn	Al	Sb	Si	Sn	Cu
Проба 1	0,009	0,45	1,22	4,99	0,5	0,013	0,0005	-	-	92,81
Проба 2	0,0001	-	0,0008	-	-	-	0,0001	-	-	99,99
Проба 3	0,0001	-	0,0006	-	0,08	-	0,0001	0,13	0,18	99,6

Мідь і її сплави при зварюванні схильні до утворення гарячих тріщин. Домішки кисню, водню, вісмуту, свинцю, сірки, фосфору, сурми, миш'яку істотно погіршують зварюваність та теплопровідність міді. Це обумовлено високим значенням коефіцієнта теплового розширення, великою величиною усадки при затвердінні і високою теплопровідністю поряд з наявністю в міді і її сплавах шкідливих домішок. Домішки у міді, такі як O, S, B (температура евтектики 1065 °C, 1067 °C та 1060 °C відповідно), Ni, Pb, Bi утворюють тверді розчини включень, які стають причиною крихкості металу. У зв'язку з малою розчинністю вказаних елементів у міді при зварюванні утворюються структури псевдоевтектики, що добре змочують границі зерен. Розташовуючись по границях зерен, евтектика знижує корозійну стійкість і пластичність міді. До дуже шкідливої домішки відносять кисень, який

потрапляє у мідь під час зварювання. Стійким до 380°C є CuO , понад 380°C – стійким є Cu_2O [2].

При зварюванні міді і її сплавів у швах формується крупнокристалічна структура. Це пов'язано з тим, що висока теплопровідність міді та її сплавів при зварюванні сприяє інтенсивному розповсюдженню теплового потоку від центру зварного шва до основного металу. При цьому створюються сприятливі умови для спрямованої кристалізації від зони сплавлення вглиб зварювальної ванни. Оскільки в цих умовах не з'являються нові центри кристалізації, у зварному шві утворюється зона з кристалітів з виборчою орієнтацією; кристаліти витягуються у напрямку теплового потоку, утворюючи грубозернисту стовбчасту структуру зварного шва. Інтенсивне поширення теплоти в основний метал при зварюванні сприяє зростанню зерна в зоні термічного впливу.

Згідно з даними [3] зварювання мідних елементів з використанням дроту марки МНЖКТ призводить до надмірного легування зварного шву без забезпечення необхідної теплопровідності. За даними [4] значення коефіцієнту теплопровідності зварного шва (K_T), отриманого методом аргонодугового зварювання з присадним дротом МНЖКТ5-1 складають $181,78 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, при цьому K_T матеріалу обойми наконечника з міді марки М1 – $420 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Для збільшення терміну служби зварних наконечників необхідно максимально знизити градієнт температур між соплами, зварними швами та обоймою.

Необхідно відмітити, що після виведення з експлуатації першої партії дослідних наконечників, переважно з причини руйнування зварного шву, марку зварювального дроту було змінено і в подальшому застосовували дріт марки CuSn1 (ISO 24373:2018). Результати хімічного аналізу зразка дроту представлено в таблиці 1 (проба 3). Розбіжність за вмістом міді у матеріалі зварювального дроту та сопла Лавалю в цьому випадку складає 0,39 %.

Після переходу на інший зварювальний дріт стійкість наконечників збільшилась з 16-56 до 49-245 плавов, однак переважною причиною виводу з експлуатації залишились тріщини по зварному шву.

Для вивчення причин тріщиноутворення у зварних швах між соплами та зовнішньою обоймою наконечників у ході експлуатації, з подальшим виникненням течії охолоджувальної води, використали методики металографічних досліджень (мікроскоп «Olympus»). Проводили порівняння структур шва та металу сопел і зовнішньої обойми у зонах розміщення шва.

Для аналізу було обрано наконечник зі стійкістю >200 плавов, що виведений з експлуатації з причини течії охолоджувальної води крізь тріщину у зварному шві між соплом та обоймою. Для виконання зварного шва був використаний дріт марки CuSn1 (ISO 24373:2018).

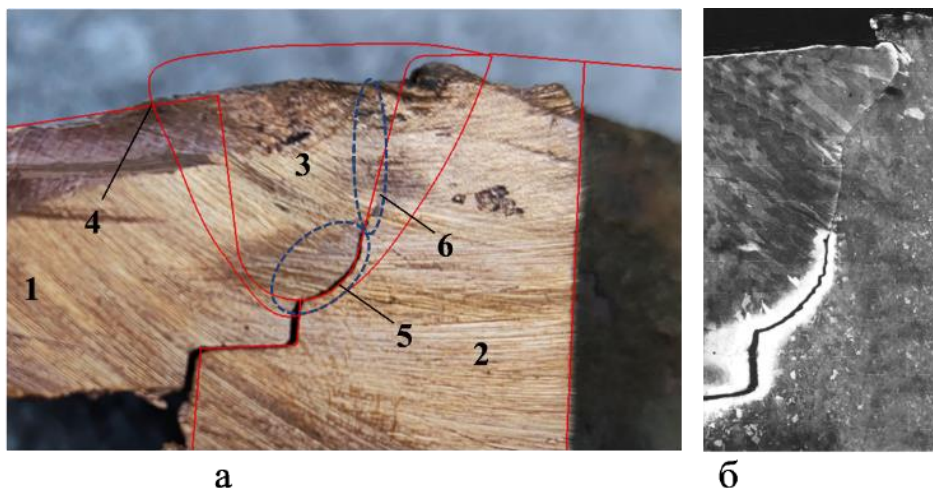


Рисунок 2 – Вигляд сектора наконечника (а) з накладенням первинного (проектного) контуру наконечника і знімок темплету (б)

1 – фрагмент зовнішньої обійми наконечника; 2 – фрагмент сопла Лавалю;
3 – зварний шов між соплом Лавалю та обіймою; 4 – лінії компоновки і зварювання за кресленням; 5 – непровар; 6 – тріщина

Як показано на рисунку 2а, між зовнішньою частиною наконечника 1 і соплом 2 виконане зварне двошарове з'єднання 3. По лінії компоновки і зварювання за кресленням 4 спостерігається непровар 5, який супроводжується тріщинами 6. Із сектора 1 за перетином утвореної у зварному шві наконечника тріщини вирізали зразок та підготували темплет для аналізу мікроструктури зон шва, що прилягають до місця утворення тріщини (рис. 2б).

Структура зварного шва складається зі світлої матриці і значної кількості дисперсних виділень. Зерна в металі шва в основному великі (500-750 мкм). Виявлені мікротріщини розташовані по границях зерен, що напевне, пов'язано із появою на границях зерен неміцних сполук з низькою пластичністю (евтектика або суміші $\alpha(\text{Cu}) + \text{Cu}_2\text{O}$) (рис. 3). Наявність несутцільностей і вкраплень не сприяють підвищенню міцності зварного шва. Для зменшення негативного впливу вказаних дефектів доцільним є проковування ділянки зварного шва з дотриманням оптимального режиму підігріву.

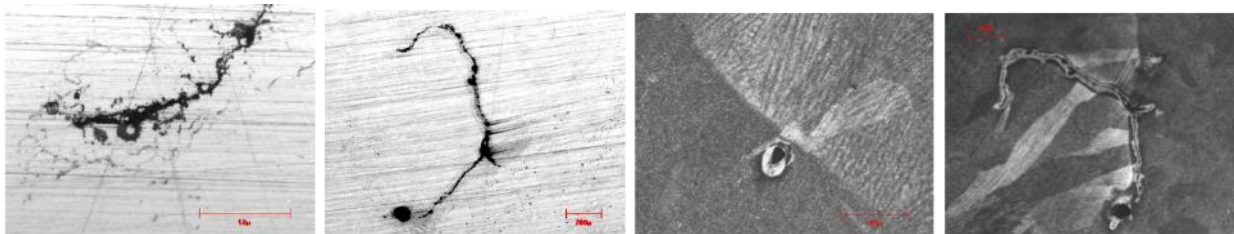


Рисунок 3 - Мікроструктура зони з тріщиною у зварному шві

Дослідження структури зварного шва показали, що утворення тріщин може бути наслідком непровару зварюваних матеріалів. Причин непровару може бути декілька:

- недостатній прогрів зварної ділянки або занизька сила зварювального струму. Через високу теплопровідність зварна ванна передчасно охолоджується і розплав не встигає змішатися з поверхневим шаром;

- перегрів зварної ділянки або зависока сила зварювального струму. Через високу рідиннотекучість мідний розплав потрапляє за межі зварної ванни наперед зварного шва ускладнюючи подальший провар ділянки;

- наявність забруднень і оксидів на поверхні зварних ділянок. Оксидні включення з відмінною від міді температурою плавлення можуть погіршувати умови зварювання і сприяти утворенню кристалічних напружень у зварному шві.

- невідповідність зварного електроду (проволоки) заданій марці міді. При зварюванні деталей з чистої електротехнічної міді проволокою з великою кількістю домішок можливе надмірне легування зварного шву, що може також сприяти утворенню кристалічних напружень у зварному шві.

Таким чином, у зв'язку із високою теплопровідністю міді і сплавів на її основі для місцевого розплавлення металу необхідно застосовувати джерела теплоти з високою тепловою потужністю і концентрацією енергії в зоні нагрівання. З-за високої теплопровідності і швидкого відводу теплоти погіршується формування шва, зростає схильність до появи в зварних швах дефектів (непроварів, підрізів, напливів, тріщин, пористості). У зв'язку з цим зварювання металу великої товщини (понад 10-15 мм) зазвичай виконують з попереднім і супутнім підігрівом. Попередній підігрів забезпечує більш рівномірний розподіл теплоти в зварювальній ванні, покращує умови кристалізації зварного шва, знижує внутрішні напруження і ймовірність виникнення тріщин. До того ж, для запобігання утворенню тріщин є доцільним забезпечити правильну компоновку елементів наконечника, уникати зміщень і заклинювання сопел у посадкових отворах наконечника і обойми, не допускати занадто жорсткого закріплення наконечника в оснастці, забезпечити ретельний контроль очищення зварюваних поверхонь від оксидів, що утворюються при нагріванні наконечника газовим різак.

Посилання

1. Похвалітий А.А., Сігарьов Є.М., Чубін К.І., Лобанов Ю.С., Якунін П.А. Особливості визначення конструкції наконечників кисневих фурм в нестационарних умовах конвертерної плавки з попереднім підігрівом металобрухту // Зб. наукових праць ДДТУ (технічні науки). 2021, вип.2 (39). С. 9-14.
2. Сварка и наплавка меди и сплавов на её основе / Составители: В.М. Илюшенко, В.П. Лукьяненко. – Киев: Международная ассоциация «Сварка». 2013. 396 с.
3. В чем сложность сварки меди? – Електронний ресурс. Режим доступу: <https://svarmax.com.ua/publ/v-chem-slozhnost-svarki-medi>
4. Welding copper and copper alloys. – Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.en.hongky.com/welding-copper-and-copper-alloys>

ДО ПИТАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНИХ ФУРМ

*Доц., канд. техн. наук Г.Ю. Крячко, зав. каф., докт. техн. наук Є.М. Сігарьов,
аспір. І.М. Матина, магістрант О.О. Лециньський
Дніпровський державний технічний університет
м. Кам'янське, Україна*

Проблема вибору раціональних параметрів фурм виникає не тільки на стадіях проектування нових і реконструкції діючих доменних печей, але й в процесі експлуатації агрегатів при зміні сировинних і експлуатаційних умов.

Загальний перетин повітряних фурм $\Sigma S_{\text{ф}}$ залежить від їх числа $n_{\text{ф}}$ і діаметра вихідного отвору фурменного каналу $d_{\text{ф}}$. Кожний із цих параметрів однозначно впливає на втрати тиску: збільшення $n_{\text{ф}}$ і $d_{\text{ф}}$ супроводжується зниженням втрат тиску в системі підведення дуття і навпаки. Близький ефект впливу $n_{\text{ф}}$ і $d_{\text{ф}}$ також і на розподіл газів в перетині печі – при збереженні постійної витрати дуття обидва параметри сприяють вирівнюванню окружного газорозподілу, але погіршують радіальний. Вказана закономірність відображена у численних формулах для визначення діаметру фурм (від А.С. Саркісянця і М.М. Дерклея до більш пізніх авторів), діаметр вихідного перетину зменшується при нарощуванні числа фурм. Найбільш показовою є формула І.Н. Гольдштейна [1]: $d_{\text{ф}} = \pi (d_{\text{г}} - 2\Delta - 1) - n_{\text{ф}} - 1$, (де Δ – висов фурми, м), яка заперечує однозначну зміну діаметра і кількості повітряних фурм.

У зв'язку із викладеним не можна без зауваження залишити міркування про те, що протилежна зміна $n_{\text{ф}}$ і $d_{\text{ф}}$ у всіх випадках знижує ефект, отриманий від збільшення кількості повітряних фурм [2]. В якості прикладу автори цієї роботи без належного аналізу приводять досвід збільшення $n_{\text{ф}}$ зі зменшенням $d_{\text{ф}}$ на ДП №9 Криворіжсталі об'ємом 5000 м³. Головною причиною зниження інтенсивності плавки в конкретному випадку була не протилежна зміна $n_{\text{ф}}$ і $d_{\text{ф}}$, а повна невідповідність потужності повітродувної машини вимогам технології роботи зі збільшеними кількістю фурм і витратами тиску на конфузорах фурм зменшеного діаметру. Не кращим виходом із цього становища було рішення зменшити тиск в робочому просторі печі і тим самим знизити рівень його використання в якості інтенсифікатора доменного процесу.

Окремого розгляду потребує питання про залежність сумарного вихідного перетину і діаметру фурм від умов плавки, перш за все шихтових. Недостатня увага до цього питання призвела у свій час до поспішних висновків про існування «зайвих» фурм і доцільності обмеження їх числа при збільшенні об'єму печей [3]. В практичному аспекті недооцінка ролі якості шихти у виборі раціонального діаметра фурм закінчилась неоднократними безуспішними спробами перейняти позитивний досвід роботи доменних печей Череповецького металургійного комбінату на фурмах зменшеного діаметру (140 мм замість 180 мм), встановлених при проплавленні багатой залізорудної сировини на низькосірчаному коксі.

Так, на комбінаті «Азовсталь» в період випробування фурм зі зменшеним перетином, вихід шлаку складав 868-920 кг/т чавуну [4], на Карагандинському комбінаті – 798-825 кг/т чавуну [5], на Дніпропетровському металургійному заводі – 597-698 кг/т чавуну [6]. При такому великому виході шлаку і підвищеній його основності зменшення діаметру фурм і збільшення дійсної швидкості дуття, яке приводить до сегрегації коксу в порожнині фурменного вогнища [7], супроводжувалось критичними явищами в роботі горна, про котрі повідомлялося у вказаних публікаціях.

Інтенсивне зрошення тугоплавкими, в'язкими шлаками шару коксу, насиченого сегрегованим дрібняком, погіршувала газопроникність коксової насадки на периферії фурменних вогнищ. В результаті виникав ефект, зворотній очікуваному: зменшення діаметру фурм приводило до послаблення фільтрації фурменних газів до центру і посиленню периферійного газопотока.

Переконалим аргументом на користь викладеного твердження є дані про газорозподіл в шахті доменної печі, запозичені з повідомлення К.І. Котова [6]. Так, зменшення діаметра фурм зі 155 до 145 мм призвело до різкого послаблення осьового потоку газів – концентрація $\text{CO}_2^{\text{ц}}$ в центрі печі $\text{CO}_2^{\text{ц}}$ зросла з 7,2 до 13,5% при збереженні периферійного ходу, оскільки на звужених фурмах негативна різниця між $\text{CO}_2^{\text{ц}}$ і $\text{CO}_2^{\text{п}}$ на периферії збереглася $\text{CO}_2^{\text{ц}} > \text{CO}_2^{\text{п}}$. Слід зазначити, що на отриманому газорозподілі стійка тривала робота доменної печі була неможливою і внаслідок від звуження вихідного перетину фурм відмовлялись.

З метою виявлення тенденцій у зміні відносної сумарної площі вихідного перетину і діаметра повітряних фурм, а також дійсної швидкості витоку струменя дуття при покращенні умов плавки розраховували відповідні показники за даними довідника (Ю.П. Волков зі співавторами, 1986 р.). Вказані дані задовольняють наступним вимогам: являються загальнодоступними для порівняння і аналізу, відповідають періоду стабільної роботи в умовах планової економіки і, перш за все, періоду активного реконструювання доменних печей зі збільшенням числа повітряних фурм, поглиблення горна і зумпфа. Результати розрахунку представлені на рис. 1 та рис. 2.

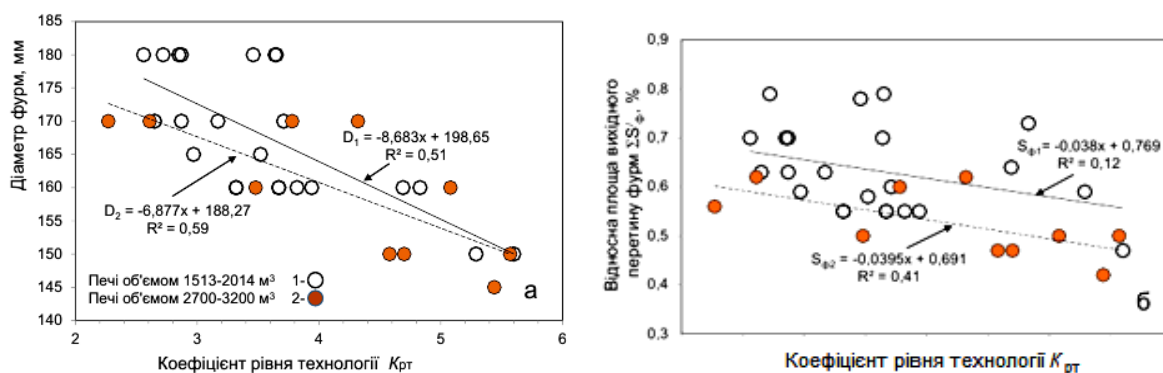


Рисунок 1 - Зміна параметрів повітряних фурм при зростанні коефіцієнту рівня доменної технології $K_{\text{рт}}$

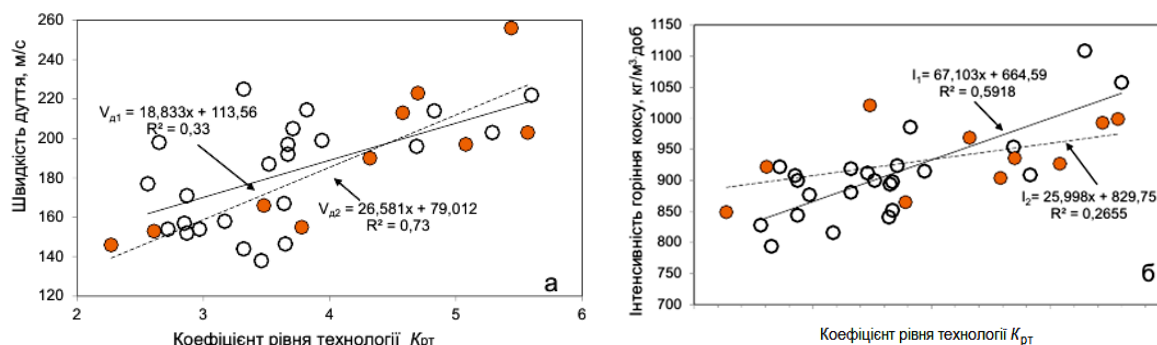


Рисунок 2 - Зміна швидкості витoku дуття (а) та інтенсивності горіння коксу (б) при зростанні коефіцієнту рівня доменної технології $K_{рт}$

Із приведених на рис. 1 і 2 даних слідує те, що з покращенням сировинних і експлуатаційних умов плавки і, відповідно, зі зростанням величини $K_{рт}$ відносна сумарна площа вихідного перетину фурм (рис. 1, б) і їх діаметр (рис. 1, а) зменшується, а швидкість витoku (рис. 2, а) і інтенсивність горіння коксу (рис. 2, б) зростають.

Відповідно до отриманих залежностей збільшення коефіцієнту рівня технології на одиницю для групи доменних печей об'ємом 1513-2014 м³ супроводжувалося зменшенням діаметру фурм в середньому на 9 мм, для печей 2700-3200 м³ – на 7 мм. Виявлену залежність слід брати до уваги про визначенні параметрів повітряних фурм різного об'єму.

Уявне протиріччя між зменшенням діаметру фурм і сумарної площі їх перетину з однієї сторони і зростанням інтенсивності згорання коксу в печі з другої пояснюється збільшенням об'єму фурменних вогнищ [8]. На доменних печах, що працюють у кращих сировинних і експлуатаційних умовах з високою швидкістю дуття, формування більш потужних фурменних вогнищ не тільки компенсує втрати інтенсивності плавки в результаті зменшення вихідного перетину фурм, але й сприяє інтенсифікації процесу (див. рис. 2, б).

Розглянуті залежності будуть дещо іншими при застосуванні пиловугільного палива замість природного газу, однак тенденція до зменшення діаметру фурм при покращенні умов плавки збережеться.

Посилання

1. Леонидов Н. К. Сооружения и оборудование доменных цехов. Металлургиздат. 1955. 400 с.
2. Донсков Є. Г., Лялюк В. П., Севернюк В. В. Работа повітряних фурм доменних печей. Дніпропетровськ: Пороги. 1997. 118 с.
3. Леонидов Н. К., Леонидова М. Н. О числе воздушных фурм доменных печей / Сталь. 1967. № 5. С. 400-405.
4. Лукашов Г. Г., Савелов Н. И., Плискановский С. Т. Опыт работы доменных печей на воздушных фурмах различного диаметра / Сталь. 1963. № 3. С. 198-201.
5. Долматов В. А., Гловацкий А. Б., Хавкин В. И. Выбор оптимальной кинетической энергии дуття и ликвидация горения воздушных фурм на Карагандинском металлургическом заводе / Сталь. 1964. № 3. С. 207-210.

6. Котов К. И. О влиянии диаметра фурм и кинетической энергии дутья на работу доменной печи / Сталь. 1967. № 11. С. 994-996.
7. Манчинский В. Г. Моделирование процессов сегрегации кокса в фурменной зоне доменной печи / Сталь. 1974. № 3. С. 201-203.
8. Крячко Г. Ю. О тенденциях изменения параметров воздушных фурм доменных печей / Сталь. 2001. № 7. С. 11-15.

ПОЛІКОМПОНЕНТНІ БРИКЕТИ У МЕТАЛОШИХТІ

*Аспірант Ю.С. Лобанов, зав. каф., докт. техн. наук Є.М. Сігарьов,
доц., канд. техн. наук М.Р. Руденко, зав. лаб. І.Г. Пасс
Дніпровський державний технічний університет
м. Кам'янське, Україна*

Технологія конвертерної плавки з попереднім підігрівом металобрухту у конвертері з верхнім продуванням забезпечує можливість зниження питомих витрат останнього та підвищення вмісту металобрухту у металошихті до 32-37%. До складу металошихти, крім металобрухту різної густини, можуть входити пакетований брухт та брикет зі сталевोї та/або чавунної стружки (10-12% від маси металобрухту). Підігрів (до 700-800⁰С), зазвичай, здійснюють за рахунок спалювання кускового вугілля киснем, що вдувають крізь сопла кисневої фурми.

У вихідному стані стружка, що входить до складу брикетів, має високий вміст вологи, охолоджувально-мастильних рідин (МОР) та мастила (від 3-5 до 8-10%). За вмістом елементів стружка, що надходить у переробку, має невизначеність складу та значний вміст неметалічних домішок (засміченість).

Характер розподілу температури у тілі брикетів при попередньому підігріві відрізняється від «чистого» металобрухту. Так, при значному градієнті температури за перетином брикету, коефіцієнті теплопровідності 0,2 Вт/м·К та об'ємному коефіцієнті передачі тепла 35-40 Вт/м³·К нагрів брикетів відбувається повільніше ніж сталевого брухту. За даними [1] та розрахунками [2] нагрівання брикетів лише до 250 ⁰С енерговитрати сягають до 1000 МДж/т.

Хімічний тепловміст брикетів, як і металобрухту в цілому, визначається витратами енергії на відновлення елементів з їх оксидів, з врахуванням ентальпії відповідних реакцій та ступеню засміченості неметалічними домішками.

Густина брикетів зі стружки, що виготовляють з використанням технологій холодного пресування, складає від 4,8 до 5,7 кг/см³. Внаслідок наявності в брикетах МОР та вологи та значної активної поверхні (яка у 4-6

разів перевищує поверхню сталевих металобрухту) брикети піддаються інтенсивній корозії. Проникнення окиснювальних газів у внутрішній об'єм брикетів додатково підвищує ступінь їх окисненості.

Для розробки раціонального дуттьового режиму попереднього підігріву металобрухту, що містить полікомпонентні брикети, та коригування складу та витрат добавок для забезпечення належного складу шлаку по ходу конвертерної плавки, необхідні дані стосовно ступеню та складу засміченості брикетів.

Завдання вирішували з використанням методики балансових плавих шляхом прямого високотемпературного експерименту. Нагрів еталонних (порівняльних) зразків (чушок переробного чавуну та сталевих брухту – обрізі) і полікомпонентних брикетів зі сталевих (СтС) та чавунної стружки (ЧС) з отриманням металевих розплавів та шлаку проводили у індукційній печі. По ходу переплаву зразків забезпечували створення нейтральної атмосфери над поверхнею ванни подаванням аргону (0,10-0,15 м³/хв). Відібрані зразки металу та шлаку піддавали хімічному аналізу та металографічному дослідженню. Розраховували очікуваний вихід заліза з брикетів з врахуванням особливостей їх плавлення у конвертерній плавці [3, 4], ступінь засміченості неметалічними домішками та зміну енерговитрат на плавку при використанні брикетів у складі металошихти.

Брикети розташовували у тиглі індукційної печі методом укладання у «колону». Встановлено, що після видалення вологи з брикетів (тривалість періоду від 0,5 до 1,5 хв.) та нагріву поверхні брикетів до температур загорання мастила з наступним його випаленням, спостерігається формування крапель металу (для чавунної стружки) або деформація тіла брикету (для сталевих стружки) з наступним їх руйнуванням переважно по периферії. Процес розплавлення брикетів активізується при появі перших порцій рідкого металу з нижніх у «колоні» зразків. На поверхні рідкої металевих ванни формується шлак з неметалічних домішок брикету та частково із футерівки печі.

Характерний хімічний склад металевих складових проб, відібраних з розплаву, отриманого переплавом досліджених зразків, представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад металу досліджених зразків, %

Вміст елементів	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
Брикет зі сталевих стружки	0,16	0,11	0,05	0,095	0,03	0,40	0,20	0,20
Сталевий брухт	0,04	0,03	-	0,011	0,21	-	-	-
Брикет з чавунної стружки	2,23	0,72	2,22	0,075	0,077	0,12	0,067	0,09
Чушки переробного чавуну	4,17	0,21	0,27	0,03	0,055	0,02	0,02	-

Дослідили макроструктуру зразків шлаків, сформованих по ходу розплавлення досліджених зразків. Встановлено, що зразки шлаків, отриманих при переплавленні еталонних зразків (сталевого брухту, чушок чавуну) та шлаків від переплаву брикетів зі стружки мають суттєві відмінності як за хімічним складом (табл. 2), так і за структурою (рис. 1).

Таблиця 2 – Хімічний склад шлаку від переплаву досліджених зразків, %

Вміст складових	Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO
Брикет зі сталевій стружки	8,63	10,8	0,37	10,7	2,22	54,8	8,01	12,64
Сталевий брухт	37,3	48,1	-	5,7	10,3	29,4	2,80	3,0
Брикет з чавунної стружки	-	10,9	-	2,6	4,6	69,9	6,92	4,34
Чушки переробного чавуну	33,7	43,3	0,14	4,7	15,7	27,9	1,48	5,91

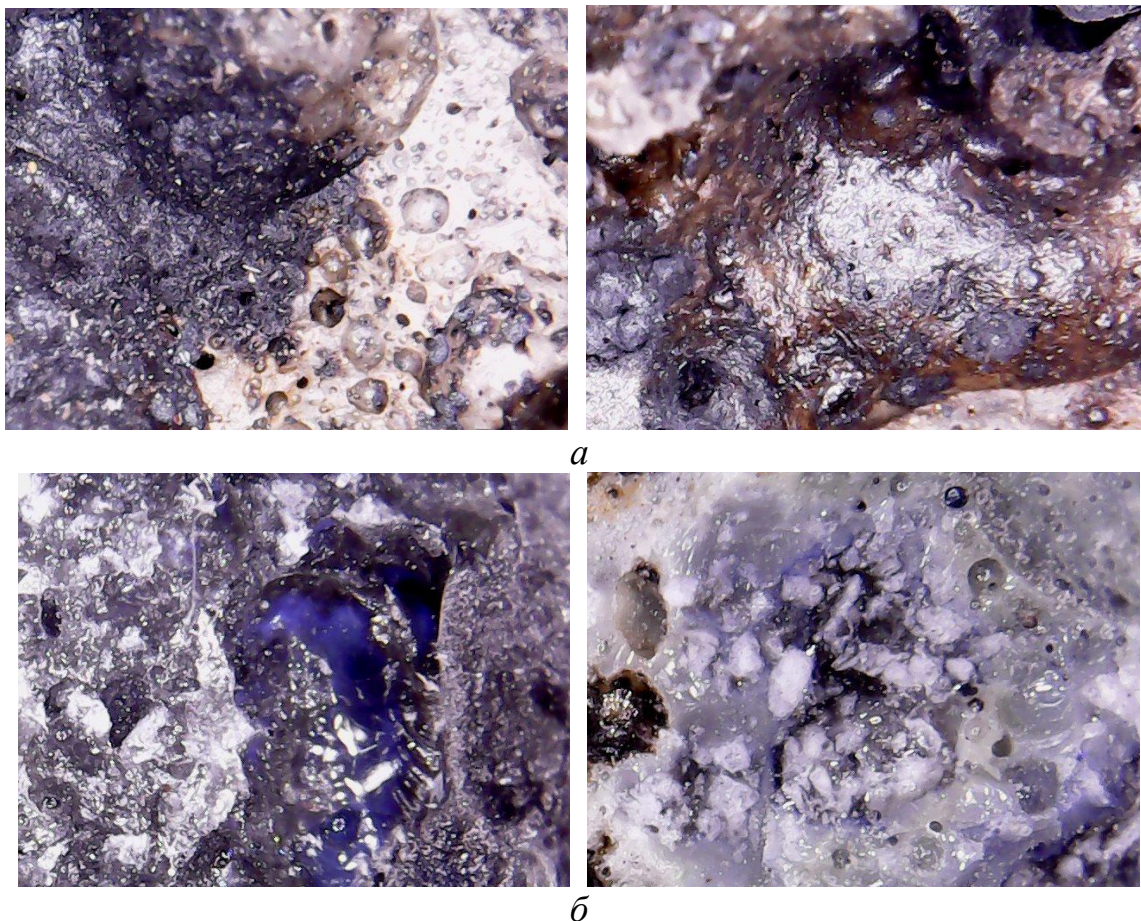


Рисунок 1 – Макроструктура шлаку переплаву чавунних чушок (а) та переплаву брикетів із чавунної стружки (б)

Засміченість брикетів зі сталевій стружки неметалічними включеннями склала від 2,8 до 7,7%, брикетів із чавунної стружки – від 3,6 до 5,8%.

Характер нагріву зразків брикетів з чавунної та сталевий стружки має певні відмінності. Так, наприклад при нагріванні брикету ЧС, до моменту початку його руйнування (деформації), на периферії останнього формуються краплі металу. Деформація брикету СтС з наступним розплавленням відбувається без формування рідкої металевої фази на поверхні.

До недоліків використання у металошихті конвертерної плавки брикетів зі сталевий або чавунної стружки, що містять неметалічну складову можна віднести:

- перевитрати вапна для компенсації низької основності шлаків, що формуються із неметалічної складової;
- підвищену інтенсивність руйнування вогнетривів футерівки конвертера при взаємодії з переокисненим кислим шлаком першого періоду плавки, ускладнену додатковим надходженням SiO_2 із брикетів;
- зменшення виходу рідкого металу внаслідок винесення відхідними газами мілких фракцій стружки при руйнуванні брикетів та ін.

Для моделювання процесу розплавлення полікомпонентних брикетів, що містять неметалічну складову, у конвертерній ванні розроблено математичну модель. У якості розрахункової обрано половину перетину брикету циліндричної форми. Розплавлення оболонки з замороженого чавуну, неметалічної складової брикету розглядається як процес теплопередачі для твердої й рідкої фаз та його двохфазної зони

$$c_{\text{ж}} \rho_{\text{ж}} \frac{\partial T_{\text{ж}}(r, \varphi, \tau)}{\partial \tau} = \left[\lambda_{\text{ж}} \frac{\partial^2 T_{\text{ж}}}{\partial r^2} \right] + \frac{\lambda_{\text{ж}}}{r} \frac{\partial T_{\text{ж}}}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \left[\lambda_{\text{ж}} \frac{\partial^2 T_{\text{ж}}}{\partial \varphi^2} \right],$$

$0 > r > R_{\text{ж}}, \quad 0 < \varphi < \pi$ - в тілі брикету

$R_0 > r > R_{\text{ж}}, \quad 0 < \varphi < \pi$ - у замороженій оболонці чавуну

де $c_{\text{ж}}, \rho_{\text{ж}}, \lambda_{\text{ж}}$ - ефективна теплоємність, густина та теплопровідність.

Розподіл температур у шарі шлаку на поверхні брикету

$$c_{\text{ш}} \rho_{\text{ш}} \frac{\partial T_{\text{ш}}(r, \varphi, \tau)}{\partial \tau} = \left[\lambda_{\text{ш}} \frac{\partial^2 T_{\text{ш}}}{\partial r^2} \right] + \frac{\lambda_{\text{ш}}}{r} \frac{\partial T_{\text{ш}}}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \left[\lambda_{\text{ш}} \frac{\partial^2 T_{\text{ш}}}{\partial \varphi^2} \right]$$

$r > R_{\text{ж}}, \quad (0 < \varphi < \varphi_0).$

Модель придатна для визначення тривалості розплавлення брикету при взаємному врахуванні руху та плавлення під дією гідродинаміки ванни при її продуванні киснем, визначення тривалості повного розплавлення брикету, поверхня якого перекрита шаром шлаку початкового періоду плавки.

Посилання

1. Garost A. I. The use of oily cast iron chips to replace the expensive scarce scrap. Foundry production and metallurgy, 2012, no. 2, pp. 17-26.
2. Сігарьов Є.М., Лобанов Ю.С., Полетаєв В.П. Вплив якості металобрухту при його попередньому підігріві на енергоефективність конвертерної плавки // Зб. наукових праць ДДТУ (технічні науки). 2020, вип. 1(36). С. 3-11.

3. Сігарьов Є.М., Лобанов Ю.С., Семірягін С.В., Похвалітий А.А. Моделювання плавлення металобрухту різної щільності у киснево-конвертерній плавці // Зб. наукових праць ДДТУ (технічні науки). 2020, вип. 2(37). С. 3-8.
4. Похвалітий А.А., Сігарьов Є.М., Чубін К.І., Лобанов Ю.С., Якунін П.А. Особливості визначення конструкції наконечників кисневих фурм в нестационарних умовах конвертерної плавки з попереднім підігрівом металобрухту // Зб. наукових праць ДДТУ (технічні науки). 2021, вип.2 (39). – С. 9-14.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ АСОРТИМЕНТУ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

*Магістрант Г.О. Мирошниченко, канд. екон. наук, доц. А.Б. Педько
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна*

Товарна стратегія промислового підприємства визначається його асортиментною політикою, яка має критичне значення для успішної товарної діяльності. Правильно побудований та раціонально сформований асортимент товарів і послуг не лише приваблює платоспроможних клієнтів, але й сприяє досягненню стратегічної мети - максимізації прибутку.

Розмір та різноманітність асортименту стають ключовими компонентами товарної політики підприємства, які враховують споживчий попит і цінові параметри товарів. Планування асортименту базується на взаємозв'язку з ринковою ситуацією, що дозволяє задовольняти потреби клієнтів та оптимізувати їх витрати на покупки.

Оптимізація асортименту стає невід'ємною частиною стратегічного управління підприємством, розглядаючи різні методи формування асортименту з огляду на ринкові умови та внутрішні обмеження підприємства. Акцент робиться на необхідності поєднання маркетингових принципів і обмежень внутрішнього середовища для досягнення бажаного прибутку.

Багато вчених, таких як Бірман, Бабкін, Міщенко, Котлер, Портер Нестерович та інші, визначають формування асортименту як ключовий елемент товарної стратегії підприємства. Вони зосереджуються на важливості взаємозв'язку розміру асортименту з прибутковістю підприємства та його здатністю задовольняти потреби клієнтів. Дослідники вказують, що сучасне українське законодавство може обмежувати можливості підприємств у формуванні асортиментної політики.

Метод формування асортименту на основі вивчення особливостей товарної лінії, як описано А. В. Бабкіним, дозволяє аналізувати та оптимізувати ефективність кожної одиниці товару. Проте, метод може мати недоліки, такі як трудомісткість та обмежена чутливість до змін на ринку.

Метод формування асортименту з урахуванням економічних цілей підприємства може бути корисним для компаній, що мають основну мету в скороченні часу обігу товарів. Проте для комплексного управління асортиментом потрібно доповнювати його іншими методами.

Метод аналізу асортименту з використанням матриці «Маркон» є ефективним для стратегічних управлінських рішень та спрощеного аналізу асортименту. Однак, точність вхідних даних є ключовою для отримання достовірних результатів.

Метод оцінки продуктового портфеля Дібба-Сімкіна: Цей метод дозволяє класифікувати товари, визначаючи напрямки розвитку товарних груп та оцінюючи ефективність структури асортименту. Використання даних про динаміку продажів та змінні витрат є ключовим для точної оцінки внеску продуктів у покриття витрат.

Аналіз продуктового портфеля за адаптованою матрицею BCG: Матриця Бостонської Консалтингової Групи є ефективним інструментом для аналізу асортименту за чотирма категоріями. Адаптована матриця дозволяє враховувати внутрішню інформацію компанії та визначати стратегії для розвитку різних груп товарів.

Метод оптимізації структури асортименту при існуванні обмежень: Використання математичних методів, зокрема лінійного програмування, дозволяє оптимізувати структуру асортименту враховуючи обмеження. Аналіз комбінацій продуктів та їх характеристик допомагає знайти оптимальне рішення для максимізації прибутку компанії.

Оцінка за методом Боровинського відрізняється комплексним підходом, включаючи глибокий аналіз ринку та внутрішню інформацію компанії. Його використання дозволяє побудувати об'єктивний аналіз та визначити стратегії розвитку. Основні риси цього методу включають Комплексний аналіз ринку, Використання різних методів, Формалізація оцінки, Аналіз наявного асортименту, Оптимізацію.

Цей метод допомагає підприємству краще розуміти своє місце на ринку, аналізувати конкурентний ландшафт та приймати обґрунтовані рішення щодо асортименту продукції

Метод "директ-костинг" є важливим фактором успіху в конкурентній боротьбі компаній. Однією з ключових переваг є лідерство в витратах і, відповідно, можливість швидко реагувати на дії конкурентів, пом'якшити негативні впливи сильних цінових коливань на ринку і, при цьому, отримати прибуток навіть в незволожливих ринкових умовах.

Новий підхід до вирішення асортиментних завдань базується на системі "директ-костинг". Суть цієї системи полягає у впровадженні роздільного обліку змінних і постійних витрат і використанні цього підходу для поліпшення ефективності управління.

Концепція А. Варламова орієнтована на всі три змінні: цілі бізнесу, ресурси і зовнішні умови та пропонує комплексний підхід і важливий показник "коефіцієнт адекватності ринку". Якщо він ближче до одиниці, то підсилює конкурентоспроможність продукту. Це важливий показник для

розуміння того, наскільки продукти відповідають вимогам ринку та споживачів. Використання такого показника може бути корисним для прийняття рішень щодо того, які товари слід зберегти в асортименті, а які можуть бути переглянуті або видалені.

Аналіз Взаємозалежного Попиту та Кореляційно-регресивний Аналіз дозволяє виявити взаємозалежний попит на різні продукти та встановити чинники, що впливають на попит.

Метод Експертних Оцінок для Неформалізованих Факторів враховує неформалізовані аспекти та залучає експертів з різних галузей.

Формування оптимальної структури асортименту за цим методом полягає в визначенні набору показників, які експерти оцінюють за десятибальною шкалою. Зазвичай, аналіз фокусується на таких аспектах, як перспективність, економічна привабливість товару і доступність ресурсів.

Кожен із цих методів акцентує увагу на різних аспектах аналізу асортименту і відповідає на різні питання щодо його оптимізації. Важливо враховувати, що жодна із існуючих методик не охоплює всі чинники, які можуть впливати на асортимент підприємства. Основним недоліком ринкових методів формування асортименту підприємства є їх велика увага до потреб ринку, але недостатнє врахування внутрішніх економічних показників, таких як завантаження виробничих потужностей, обігові кошти, покриття витрат та прибутковість. З іншого боку, методи формування асортименту, які базуються на економічному аналізі, можуть ігнорувати або недостатньо враховувати зовнішні фактори ринкової кон'юнктури. Використання виключно одного з цих підходів може призвести до втрати конкурентоспроможності на ринку.

Для повноцінного аналізу асортименту може бути корисно використовувати декілька відомих і універсальних методів, які можна адаптувати до конкретної ситуації підприємства. В сучасних умовах конкуренції ринок визначає необхідний асортимент, і завданням підприємства є задовольнити попит краще і ефективніше, ніж конкуренти.

Посилання

1. Гвоздева Т.М., Обґрунтування господарських рішень і оцінювання ризиків, Частина 1: Навч. посібник, – Гвоздева Т.М., Ігнашкіна Т.Б., Сомова Л.І., Дніпропетровськ: НМетАУ, 2008, - 72 с.
2. Гордєєва Т. А. Оптимізація асортименту промислового підприємства з позиції маржинального підходу / Т. А. Гордєєва // Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту – Випуск 1 (14) – 2013
3. Колесніков В. П. Формування та оптимізація товарного асортименту підприємства для внутрішнього і зовнішнього ринку / В. П. Колесніков // Наукові записки [Національного університету "Острозька академія"]. Економіка. – 2013. – Вип. 23. – С. 48-50
4. Кузнєцов П. В. Маркетингове управління асортиментом продукції підприємства в умовах інформаційної економіки / П. В. Кузнєцов, І. А. Парфентенко, Д. П. Балагула // Вісник економіки транспорту і промисловості. - 2015. - Вип. 49.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АКТИВНОЇ ХОЛОДНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ АРМАТУРНОГО ПРОКАТУ В ПРОЦЕСІ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

*Доц., канд. техн. наук Г.І. Перчун, аспірант А.О. Івченко
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна*

Світова практика виробництва арматурного прокату в мотках підвищеної міцності (класу 500 МПа і більше) сортаментом від 6,0 мм до 16,0 мм заснована на застосуванні зміцнення шляхом холодної деформації. Технології виробництва арматури класу А500-А600, які застосовувались раніше, базувалися на додатковому легуванні сталі або додатковій термічній обробці прокату і виявилися економічно або технічно (технологічно) неефективними. Так, наприклад, додаткове підвищення в сталях масового призначення вмісту таких легуючих елементів, як марганець, кремній, хром і ін. призводить до істотного подорожчання продукції і знижує її привабливість для будівельників. Термічне зміцнення шляхом перерваного гарту з самоовідпуском виявилось неприйнятним для виробництва арматури класу Ат500-Ат600 в мотках, тому що технологічні особливості (нерівномірність охолодження розкату водою до формування мотка, а також нерівномірність охолодження металу в різних горизонтах великовантажного мотка) призводять до того, що в одному мотку формується неоднорідність властивостей по довжині стрижня. Так безперервний стрижень, сформований в моток масою до 2,1 т, на різних ділянках по довжині має властивості міцності двох або трьох класів (А300, А400 і А500), що суперечить вимогам нормативної документації (ДСТУ 3760). У зв'язку з вищезазначеним, почали розвиватися нові технології виготовлення арматурного прокату в мотках, в яких для підвищення властивостей міцності застосовується холодна деформація. Ці технології набули поширення в ряді європейських країн, але поки не знайшли застосування в Україні.

Одна з технологій виробництва арматурного прокату класу міцності 500МПа в мотках заснована на використанні в якості сировини круглого прокату (катанки) з низьковуглецевої сталі з вихідною міцністю 250-300МПа, яка піддається волочінню з одночасним нанесенням періодичного профілю. Ця технологія реалізується в процесі перемотування прокату з мотка в моток на спеціальних лініях або волочильних станах. Залежно від розмірів вихідного прокату і кінцевих розмірів готової продукції вдається отримувати холоднодеформовану арматуру класу В500С (по вітчизняній термінології). Однак, дана продукція, маючи гарантовану міцність ($\sigma_{0,2} \geq 500$ МПа) не відповідає нормативним вимоги по пластичним характеристикам, таким, як відносне рівномірне подовження ($\delta_p \geq 2,0\%$) або повне відносне подовження при максимальному навантаженні ($\delta_{\max} \geq 2,5 \%$).

Інша технологій виробництва арматурного прокату класу міцності 500МПа в мотках заснована на використанні в якості сировини прокату періодичного профілю з низьковуглецевої або низьколегованої сталі з вихідною міцністю в 350-450 МПа, яка піддається додатковій витяжці, тобто розтягуванню (stretching - процес). Ця технологія також реалізується в процесі перемотування прокату з мотка в моток на спеціальних лініях. Залежно від ступеня деформації (витяжки) вдається отримувати холоднодеформовану арматуру класу А500С (по вітчизняній термінології) з гарантованою міцністю ($\sigma_{0,2} \geq 500$ МПа) і більш високими пластичними характеристиками ($\delta_p \geq 4,0$; $\delta_{max} \geq 4,3\%$). Показники δ_p і δ_{max} прийнято в нових стандартах називати характеристиками деформативності [1, 2].

Застосування характеристик деформативності прописано в британському [1] і новому міждержавному [2] стандартах на арматурний прокат. Цим характеристикам надається важливе значення при виборі способів виробництва прокату і оцінці надійності експлуатації конструкцій. Для прокату міцності А400, А500 і А600 існує три категорії деформативності - стандартна ($\delta_{max} \geq 2,5\%$), підвищена ($\delta_{max} \geq 5,0\%$) і висока ($\delta_{max} \geq 7,5\%$). Практика застосування прокату в конструкціях особливого призначення або при будівництві в різних кліматичних регіонах враховує застосування прокату з різним рівнем пластичності. Прокат, що має пластичність $\delta_{max} \geq 7,5\%$ (високої категорії деформативності) вважається найнадійнішим і застосовується для будівництва в регіонах з підвищеною сейсмічною активністю.

З урахуванням останнього, експериментальне дослідження в роботі полягало у визначенні ступенів активної холодної деформації, яка забезпечує отримання арматурного прокату класу міцності 500-600 МПа з певним запасом міцності. Цей запас (перевищення) властивостей міцності буде знижений при наступних технологічних впливах циклічної деформації і температури з метою підвищення пластичності готової продукції.

Вплив активної холодної деформації на властивості арматури в процесі її волочіння з круглого прокату вивчали в виробничих умовах при виготовленні дослідних партій продукції на метизному переділі.

Дослідження проводили з використанням катанки діаметром 8,0 - 10,0 мм виробництва ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» з вуглецевої і низьколегованої марок сталей (табл.1).

**Таблиця 1 -
Хімічний склад катанки для виробництва холоднодеформованої арматури**

Марка сталі, діаметр, мм	Вміст елементів, мас.%				
	C	Mn	Si	S	P
Ст3пс, Ø8,0	0,18	0,63	0,08	0,023	0,032
Ст1пс, Ø10,0	0,11	0,51	0,04	0,028	0,035
Ст3пс, Ø10,0	0,20	0,52	0,06	0,040	0,025
20Г2, Ø10,0	0,22	1,43	0,22	0,023	0,019

Виготовлення дослідної партії арматури проводили за загальноприйнятою технологією: попереднє волочіння катанки на круглу заготовку проміжного розміру, подальше формування періодичного профілю в безприводній касеті роликового типу CL 25B33 італійської фірми «Eurolls», встановленої перед другим барабаном волочильного стану SKET UDZSA 2500/2. Ступінь активної деформації вираховували за різницею вихідного діаметра катанки і кінцевого умовного діаметра продукції. Механічні властивості дослідних зразків продукції наведені в табл. 2.

Таблиця 2 –

Механічні властивості катанки і холоднодеформованої арматури (ХДА), виробленої шляхом волочіння і нанесенням профілю

Сировина/ продукція	Діа- метр, мм	Ступ. деформ. %	Показники механічних властивостей				Клас міцності
			$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	$\sigma_b/\sigma_{0,2}$	δ_p , %	
Катанка, Ст3пс ХДА	8,0	-	288	468	1,60	20,5	-
	6,0	46,0	718	747	1,04	0,9	B700
Катанка, Ст1кп ХДА	10,0	-	235	405	1,72	25,5	-
	8,0	36,0	570	604	1,06	1,50	B500
Катанка, Ст3пс ХДА	10,0	-	251	432	1,70	22,0	-
	8,0	36,0	668	703	1,05	1,1	B600
Катанка, 20Г2 ХДА	10,0	-	305	486	1,62	24,0	-
	9,0	19,0	630	680	1,08	1,5	B600

Аналіз отриманих результатів показав, що активна деформація волочінням зі ступенями від 20% до 45% дозволяє підвищити міцність холоднодеформованої арматури до рівня 500 - 700 МПа, однак при цьому знижуються пластичні властивості, які не відповідають мінімальним вимогам ($\delta_p \geq 2,0$ %).

Дослідження щодо впливу активної холодної деформації на механічні властивості арматури в процесі її виготовлення розтягуванням (витяжкою) з прокату з готовим періодичним профілем проводили на зразках арматури діаметром 8,0 мм потокового виробництва ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» з вуглецевої сталі Ст3пс і низьколегованої сталі марок 20Г2С і 35ГС.

На першому етапі провели випробування контрольних зразків арматури на розтяг з метою визначення вихідного рівня міцності і пластичних властивостей (табл.3) для призначення подальшої активної деформації розтягуванням. Випробування зразків проводили із записом діаграм розтягування. Встановлено, що зразки арматури в початковому стані мають клас міцності А400 - А500 при достатньому запасі пластичності. Застосувавши активну холодну деформацію розтягуванням зі ступенями 3 - 10% існує можливість переведу даної арматури в більш високий клас міцності: А400 → А500, А500 → А600.

Для експериментального підтвердження проводили розтягнення зразків арматури зі сталі 20Г2С, Ст3пс і 35ГС зі ступенями 3,0; 6,0 і 9,0%. Після такої

активної холодної деформації зразки випробували на розтягнення до руйнування. Механічні властивості зразків після попереднього розтягування показують істотний приріст міцності і свідчать про перехід продукції в більш високий клас міцності.

Таблиця 3- Механічні властивості зразків арматури Ø8,0 мм в початковому стані і після додаткової витяжки

Марка сталі	Ступінь деформації %	Механічні властивості			Клас міцності
		σ_t , Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ_p , %	
20Г2С	0	564	660	9,8	A500
	3,0	595	662	6,7	A500
	6,0	644	664	3,5	A600
	9,0	658	665	1,5	A600
Ст3пс	0	469	660	15,0	A400
	3,0	553	556	10,5	A500
	6,0	616	558	7,5	A600
	9,0	644	663	4,0	A600
35ГС	0	495	643	17,0	A400
	3,0	525	645	11,3	A500
	6,0	595	650	8,0	A500
	9,0	623	653	4,8	A600

Висновки:

1. Аналіз отриманих результатів показав, що активна холодна деформація, як волочінням круглого прокату, так і витяжкою (stretching - процес) прокату з готовим періодичним профілем дозволяє підвищити міцність арматури до рівня вимог для класів міцності 500 - 600 МПа, однак при цьому значно знижуються пластичні характеристики.
2. Для підвищення пластичності готової продукції до необхідного рівня у нових технологіях будуть потрібні додаткові технологічні операції (дії) у вигляді циклічних деформацій і/або нагрівів холоднодеформованої арматури.

Посилання

1. BS 4449:2005. Стальні вироби для армування бетону. Зварювальний арматурний прокат. Прутки. Мотки і випрямлені вироби: Технічні вимоги // British Standards. 2005. – 36 с.
2. Снимщиков С.В. Новый стандарт на арматурный прокат. Современные вызовы и стратегия / Снимщиков С.В., Харитонов В.А., Суриков И.Н., Саврасов И.П. // Бюл. Ч.М., 2017. №5. С. 3-9.

OBTAINING PURE IRON FOR NUCLEAR POWER INDUSTRY

*Head of Department, Doctor of Sciences M.M. Pylypenko
National Science Center “Kharkiv Institute of Physics and Technology”
Kharkiv, Ukraine*

Introduction

The international community collaboration in the development of Generation IV nuclear energy systems has identified a list of robust reactor systems and concepts that can help meet the world's future energy needs. These conceptual reactor systems have advantages in the economy, security, reliability and nonproliferation of nuclear materials. The core temperature of these systems is 600-1200 °C, and the energy spectrum of the neutrons is fast and in some cases is thermal. The implementation of these concepts should be ensured by the development of new structural materials: ferrite-martensitic and austenitic grade steels, alloys and other new alloys.

New structural materials must be pure. We know that high levels of impurities and gases in steels and alloys significantly reduce their mechanical, corrosion and radiation properties and, therefore, limit their use in operating and designing reactors. Use of high-purity metals as initial components of new structural materials will provide desired properties in the resulting products [1-3].

Steel is one of the main structural materials for nuclear reactors. Given the complex conditions of operation of various parts and units of nuclear and thermonuclear reactors, increased requirements are set for steels and alloys. Harmful impurities in structural materials significantly affect the strength, corrosion and radiation properties. It is known that the presences of phosphorus, copper, sulphur, lead, bismuth and arsenic in steels greatly affect the low temperature radiation embrittlement of steels. The negative role of these impurities is the formation of grain boundary segregations and the reduction of grain boundary energy. As a result, conditions for the formation and development of grain-boundary cracks, the main cause of the low temperature radiation embrittlement, are facilitated [4]. The use of pure iron and pure metals as alloying components of steels will make it possible to reduce the content of harmful impurities in steels.

To reduce the influence of harmful impurities on the operational properties of materials, it is necessary to use pure metals as components of new structural materials with specified properties, as well as to apply modern metallurgical methods for the creation of new alloys. With the industrial production of iron, it is not possible to achieve a high degree of purity of metal, which is necessary in some cases, so it is very important to investigate the processes of obtaining iron with low content of impurities.

Iron is the main component for creating new and promising alloys for the nuclear power industry. Therefore, the study of the processes of refining and obtaining high-purity iron, as the basis of steels and alloys, from impurities are relevant and of interest when creating steels and new alloys with desired properties for reactors of the future.

Methods

Electron beam melting and distillation methods were used for obtaining pure iron. Electron beam melting (EBM) of metals is performed on an ultra-high vacuum installation. For pumping of installation used two hetero-ion pumps with a pumping speed of 5000 l/s each, and a titanium sublimation pump. Application of such a system of vacuum pumping allows to get an ultimate vacuum in the installation $1.7 \cdot 10^{-6}$ Pa [5, 6]. In the spectrum of the residual gas in installation were absent heavy hydrocarbons. Refining of metals is carried out in vacuum $(1-5) \cdot 10^{-5}$ Pa. Refining is conducted in the regime: heating $\rightarrow$ melting $\rightarrow$ excerpt of metal in molten state $\rightarrow$ crystallisation $\rightarrow$ pulling ingot.

Distillation of iron is carried out on the vacuum installation. The vacuum system of installation provide the pumping speed of $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$, and the residual pressure of $7 \cdot 10^{-7}$ mm Hg. The crucible filled with the metal was placed in a resistance furnace. On the crucible was put on the condensation column, made from carbonyl iron after EBM of 0.2 mm thickness.

The impurities concentration in metal samples has been determined by the Laser Mass Spectrometry measurements on EMAL-2 mass-spectrometer with a laser-plasma ion source. The limiting sensitivity of the analysis method for the metal impurities was $\sim 10^{-5}-10^{-6}$ at. %.

Results and discussion

The iron differing by initial degree of purity and method of preparation were used to research the purification processes.

The study of the Armco-iron refining process was carried out by the EBM method in a vacuum at various oxygen partial pressures. Preliminary experiments have found that the oxygen partial pressure of $2 \cdot 10^{-4}$ mm Hg is optimal for removal of carbon. The partial pressure of CO was significantly increased in the spectrum of residual gases during melting with additives oxygen, indicating that there is intensive purification of Fe from carbon on the reaction of formation of carbon monoxide gas.

The EBM of Fe in vacuum decreases the content carbon to 0.015 and oxygen to 0.001 wt.%. Subsequent remelting in vacuum does not give any perceptible change in the content of oxygen and carbon. It should be noted that in the EBM process good purification takes place from nitrogen and hydrogen. Increasing the partial pressure of oxygen during EBM leads to a more intensive purification of the iron from carbon. The first remelting decreases carbon content up to 0.005 wt.%, there is a decrease of oxygen content up to 0.0008 wt.% too. The second remelting reduces the carbon content to 0.003 wt.%, but happens to be a slight increase of the oxygen content in Fe. Therefore, the third remelting of Fe in vacuum with an increased partial pressure of oxygen is undesirable.

The oxygen environment was also useful for refining Fe from Si, although the EBM in a vacuum practically does not reduce the Si content. When the iron's melting point vapour pressure of Si is low therefore the evaporation of Si at

vacuum melting does not occur. Carrying out three consecutive EBM in oxygen leads to a substantial reduction of the Si content in the Fe to 0.02 wt.%, obviously, due to the formation of gaseous compound SiO, because SiO₂ has low volatility. Substantial reduction of content of Cu, Sn and Mn also occurs, but the impurities of Cr and Ni are practically not removing from iron during EBM in vacuum. The value of the Brinell hardness for the initial samples of Armco-iron was 830 MPa, after refining – 624 MPa.

The impurity contents in carbonyl iron after EBM are given in Table, which shows that the impurities of Co and Ni are most difficult to remove from iron during EBM in vacuum. The value of the Brinell hardness for samples of carbonyl iron after EBM was 558 MPa.

To further reduce the content of impurities the distillation method has been applied. Impurity content in Fe after distillation (bottom of distillation column, T = 1500 °C) are shown in Table. The distillation of carbonyl Fe remelted by EBM makes it possible to obtain the metal of the purity more than 99.98 wt.%. The purity level of iron is largely determined by the content of Ni and Co [7].

Content of impurities in iron

Impurity	Content of impurities · 10 ³ , wt.%		
	Initial	After EBM	After distillation
Mn	120	2	0.1
Al	20	10	0.3
Cu	150	10	4
Co	17	17	8
Ni	150	100	20
Si	200	50	2
C	50	10	1
O	30	20	2
N	6	3	<1

Conclusions

Application of pure and high-purity metals as initial materials for components of construction of nuclear power plants largely determines the further development of nuclear energy: high purity steel for reactor vessel provides increased service life, reliability and safety of the reactor pressure vessels; new high-temperature, corrosion-resistant and radiation-resistant materials of construction – the basis of the elements of a new generation of reactors to ensure their high performance. The electron beam melting had demonstrated high efficiency of purification of iron from interstitial impurities and majority of metallic impurities. Studies have shown a significant improvement in the quality of the metals after refining. Iron in a purity of more than 99.98 wt.% have been produced. Suggested methods for obtaining high-purity metals have created the necessary prerequisites for their use in improving existing and producing new

structural materials. The high purity Fe metal is crucial material for fundamental scientific research and development, and production of advanced materials technologies, which generally require optimum properties, performance, quality and efficiency.

References

1. V.M. Azhazha, S.D. Lavrynenko, M.M. Pylypenko. Pure and super pure metals in atomic energy // Problems of Atomic Science and Technology (PAST). 2007. – No 4. – P. 3-12. <https://vant.kharkov.ua/>
2. M.M. Pylypenko. Construction materials for the elements of equipment of nuclear-power plants // The Journal of Kharkiv National University. Physical series: Nuclei, Particles, Fields. – 2009. – No 859, iss.2(42). – P. 44-50. [http://nuclear.univer.kharkov.ua/lib/859_2\(42\)_09_p44-50.pdf](http://nuclear.univer.kharkov.ua/lib/859_2(42)_09_p44-50.pdf)
3. S.D. Lavrynenko, M.M. Pylypenko. Pure metals for nuclear power // SMC Bulletin. 2015. – V. 6, No 1. – P. 19-24. http://www.smcindia.org/pdf/SMC%20Bulletin._April-2015.pdf
4. N.M. Beskorovaynyy, B.A. Kalin, P.A. Platonov, I.I. Chernov. Structural materials of nuclear reactors. – Moscow: Energoatomizdat, 1975. – 704 p.
5. G.F. Tikhinsky, G.P. Kovtun, V.M. Azhazha. Obtaining of ultrapure rare metals. – Moscow: Metallurgy, 1986. – 160 p.
6. Electron beam melting of vanadium / Y.P. Bobrov, A.E. Dmitrenko, D.V. Koblik et al. // PAST. – 2014. – No 1(89). – P. 27-31. <https://vant.kharkov.ua/>
7. M.M. Pylypenko, Yu.S. Stadnik, A.O. Drobyshevska. Pure iron and nickel for new structural reactor materials // PAST. – 2019. – No 2(120). – P. 159-163. https://vant.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2019_2/article_2019_2_159.pdf

ЯКІСТЬ ЧАВУНУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ МОДИФІКУВАННЯ ЙОГО МАГНІЄМ

*Доц., докт. техн. наук І.М. Рибалко, доц., канд. техн. наук О.В. Тіхонов
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна*

Істотну роль формуванні кулястої форми та кількості графіту грає спосіб модифікування чавуну [1-5].

Метою роботи було дослідження впливу маси чавуну, що кристалізується, і способу його модифікування магнієм.

Метал виплавляли в дуговій електропечі з кислим футеруванням. Шихта складалася з передільного та ливарного чушкових чавунів та нелегованого сталевих брухту. Одержання необхідного хімічного складу чавуну забезпечували присадкою феросплавів та нікелю.

Чавун модифікували в барабанних ківшах шляхом вдування в нього суміші порошку, магнію та сріблястого графіту у співвідношенні 3:1. Технологію такого модифікування описано в роботах Стівченка П.І. [6, 7]. Встановлено, що при використанні порошкоподібного магнію марок МПФ-2 або МПФ-4 для підвищення плинності порошку, що вдується, магній необхідно змішувати з сріблястим графітом. При використанні цього методу модифікування графіт, що подається в рідкий метал разом з магнієм може залишитися в чавуні і засмітити відбіл на валках. Це було серйозною перешкодою у застосуванні такого методу у вальцеливарному виробництві.

Склади чавуну дослідних плавок наведено у табл. 1. Склад чавуну першої плавки відповідає металу, що застосовується для виготовлення валків виконання ЛШ-57, метал другої плавки має склад, що застосовується для виготовлення валків виконання СШХН-48.

Таблиця 1 – Хімічний склад чавуну дослідних плавок

Індекс плавки	Вміст елементів, %									
	C		Si	Mn	P	S		Cr	Ni	Mg
	до модиф.	після модиф.				до модиф.	після модиф.			
1	3,3	3,2	0,66	0,54	0,08	0,05	0,016	0,05	0,2	0,05
2	3,2	2,9	1,66	0,73	0,08	0,05	0,016	0,43	0,61	0,04

З металу дослідних плавок заливали технологічні проби на відбіл та зливки масою 4 тони у виливниці, пофарбовані коксографітовою фарбою.

Ступінь чистоти відбілу за графітовими включеннями оцінювали за технологічними пробами. Зіставлення виробляли з металом технологічних проб Лутугинського заводу прокатних валків (табл. 2).

Таблиця 2 – Хімічний склад металу контрольних плавок

Індекс плавки	Виконання валка	Вміст елементів, %							
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mg
3	ЛШ-57	3,13	0,67	0,68	0,25	0,02	0,15	0,71	0,03
4	ЛШН-50	3,24	1,67	0,65	0,16	0,02	0,10	1,76	0,02
5	СШХН-45	3,31	2,15	0,60	0,21	0,02	0,36	0,96	0,03

Результати металографічного визначення вмісту графіту в чавуні дослідних та звичайних плавок представлені в табл. 3.

Таблиця 3 - Зміст графіту в чавуні технологічних проб

Індекс плавки	Товщина технологічної проби, мм	Кількість графіту (%) на відстані від вибіленої поверхні, мм				
		10	20	30	40	50
1	35	0,6	1,6	2,2	4,6	6,3
2	45	0,3	3,5	4,1	4,3	5,4
3	35	0,45	3,8	6,7	8,4	10,3
4	35	0,3	4,9	6,9	7,4	9,6

Характерні мікроструктури досліджених чавунів наведено на рис. 1 і 2. На підставі отриманих даних слід зробити висновок, що модифікування чавуну порошковим магнієм в суміші з сріблястим графітом не призводить до засмічення вибіленої зони включеннями. Ймовірно, порошок сріблястого графіту під час продування практично не засвоюється металом. Також несуттєвими є відмінності механічних властивостей чавуну ЛШ-57, модифікованого різними способами (табл. 4.).

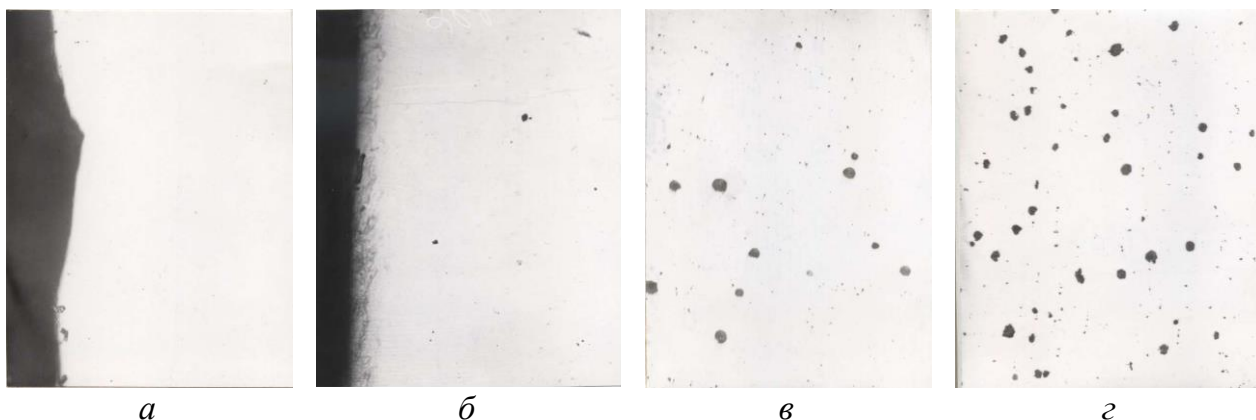


Рисунок 1 – Мікроструктура чавуну технологічних проб дослідної плавки 1 (а, в) та контрольної плавки 3 (б, г) до травлення:

а, б – біля вибіленої поверхні; в, г – на відстані 30мм від вибіленої поверхні; x100

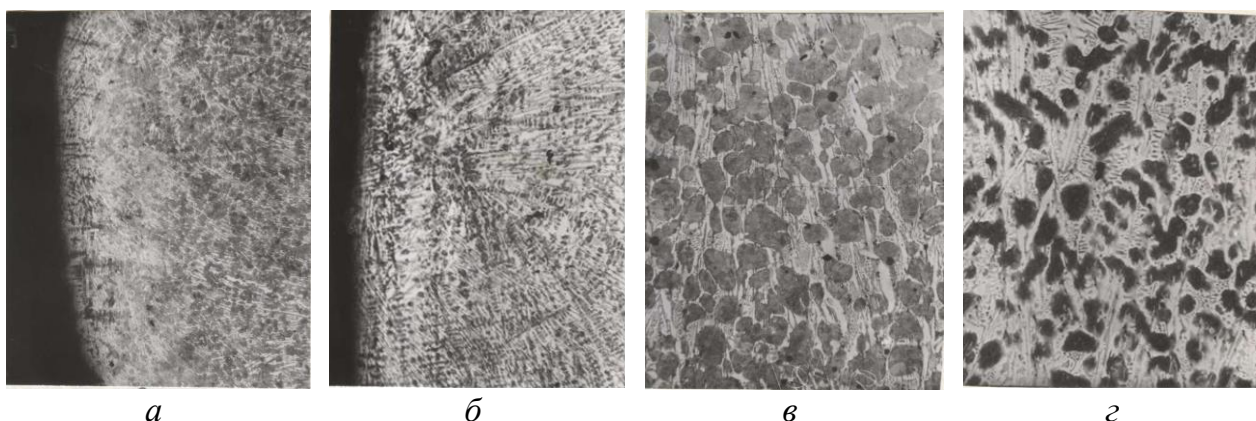


Рисунок 2 – Мікроструктура чавуну технологічних проб дослідної плавки 1 (а, в) та контрольної плавки 3 (б, г) після травлення 4%-ним розчином азотної кислоти в етиловому спирті:

а, б – біля вибіленої поверхні; в, г – на відстані 30мм від вибіленої поверхні; x100

При дослідженні мікроструктури чавуну у зразках від дослідних плавок, вирізаних з технологічних проб і 4 злитків встановлено, що випробуваний спосіб модифікування забезпечив отримання необхідної для прокатних валків кулястої форми графіту. Механічні властивості металу технологічних проб дослідної та зіставної плавки СШХН-48 знаходяться приблизно на одному рівні (див. табл. 4.). Більш високу міцність чавуну дослідної плавки можна пояснити меншим вмістом вуглецю (див. табл. 1 та 2).

Таблиця 4 – Механічні властивості чавуну

Індекс плавки	Виконання валків	Міцність, МПа			Твердість (НВ) на відстані від вибіленої поверхні, мм							
		на розрив	на вигин	на стиск	10	20	30	40	50	60	70	80
1	ЛШ-57	-	-	1450-1600	437	432	430	430	415	411	399	378
1	ЛШ-57	209-275	430-460	1500-1600	417	414	414	400	393	370	360	345
3	ЛШ-57	293-328	368-425	1550-1650	450	437	437	434	432	430	415	415
4	ЛШН-50	-	-	1620-1700	424	417	417	414	400	400	400	400
2	СХШН-48	285-325	400-455	1300-1320	359	363	363	365	360	350	302	305
5	СХШН-48	215-315	390-440	1450-1550	432	424	424	417	414	410	410	404

Таким чином, модифікування чавуну методом вдування порошкового магнію в суміші із сріблястим графітом не призводить до забруднення вибіленого шару валків включеннями графіту, при цьому не погіршуються структура та властивості чавуну. Однак, як впливає з літературних даних, модифікування цим способом чавуну для виливниць забезпечує високе та стабільне засвоєння магнію, можливість регулювання процесу модифікування, підвищення стійкості виливниць та корпусних деталей. На підставі викладеного вважаємо, що спосіб модифікування чавуну порошковим магнієм придатний для вальцеливарного виробництва. Доцільно на вальцеливарних заводах створити необхідне обладнання. Це устаткування може бути також експериментальною базою для подальшого вдосконалення процесу модифікування. Зокрема, заслуговує на увагу спосіб вдування гранульованого магнію (без графіту), виробництво якого освоєно промисловістю, у струмені інертного газу чи повітря. Видається доцільним випробувати обробку чавуну іншими порошковими реагентами.

Висновки

1. В результаті проведених у промислових умовах дослідів з модифікування валкового чавуну порошковим магнієм встановлено, що даний спосіб модифікування забезпечує отримання кулястої форми графіту.

2. Модифікація чавуну шляхом вдування в нього суміші порошкового магнію із сріблястим графітом не призводить до підвищення забрудненості відбілу графітовими включеннями. Незалежно від способу введення модифікатора у разі велика швидкість кристалізації пригнічує виділення графіту.

3. При зіставленні і мікроструктури, і механічних властивостей чавуну, модифікованого за допомогою "дзвонів" та вдуванням порошкового магнію, не встановлено суттєвих відмінностей у цих показниках.

4. У зв'язку з тим, що при модифікуванні валкового чавуну порошковим магнієм у суміші з сріблястим графітом не забруднюється включеннями

графіту вибілений робочий шар і, враховуючи ефективність застосування цього способу при виготовленні виливниць та корпусних деталей, рекомендується на вальцеливарних заводах створити необхідне обладнання, відпрацювати впровадити цей метод при виробництві прокатних валків. Видається доцільним випробувати для модифікування гранульований магній без графіту, що вдує в струмінь інертного газу або повітря, а також інші порошкові реагенти.

Посилання

1. Роль теплофізичних процесів формування структури високоміцних чавунів / В.В. Аулін, В.М. Кропівний, А.В. Кропівна, М.В. Босий, О.В. Кузик // Вісник інженерної академії України. 2017. №3. С.133-137.
2. Effects of alloying elements on the microstructures and mechanical properties of heavy section ductile cast iron / G.S. Cho, K.H. Choe, K.W. Lee, A. Ikenaga // Journal of materials science and technology. – 2007. – Vol. 23. – № 1. – P. 97-101.
3. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф. Чернега, В.С. Богушевський, Ю.Я. Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф.Чернеги, Ю.Я. Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
4. Ващенко К.И. Плавка и выпечная обработка чугуна для отливок. / К.И. Ващенко, В.С. Шумихин – Киев: Высшая школа, 1992. – 246 с.
5. Изготовление и обработка корпусных деталей из чугуна / А.И. Сидашенко, Т.С. Скобло, А.В. Сайчук, И.Н. Рыбалко, В.Л. Манило // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». – Харків, 2015. – Вип. 158. – С. 126-133.
6. Блюминговые изложницы из ваграночного чугуна, модифицированного порошкообразным магнием / Н.А. Воронова, П.И. Стовпченко, Н.И. Павловцева и др. // Сталь. – 1971. – № 4. – С. 323-325.
7. Стовпченко П.И. Усвоение магния при вдувании его в чугун / П.И. Стовпченко, С.Б. Эссельбах, К.В. Шадрин // Литейное производство. – 1972. – №11. – С. 16-17.

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРУЙНІВНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ДЛЯ ОБСТЕЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОДАЛЬШІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Проф., канд. техн. наук Я.О. Серіков
**Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна**

Експлуатовані будинки, конструкції і споруди (будівельні об'єкти) характеризуються значною розмаїтістю конструкційних будівельних елементів і відрізняються часом експлуатації, рівнем впливу на них кліматичних і різного виду виробничих шкідливих чинників, фізико-

механічними характеристиками, культурною та історичною цінністю. Логічним наслідком процесу експлуатації таких об'єктів є те, що негативні фактори викликають появу дефектів у конструкційних елементах, які знижують їх надійність, призводять до скорочення життєвого циклу. З метою забезпечення надійної й безпечної експлуатації будівельного об'єкту необхідно проводити його періодичне обстеження. Особливо важливим є таке завдання в Україні на даний час, який характеризується наявною надзвичайною ситуацією воєнного характеру. Так, виходячи з доповіді міністра внутрішніх справ Євгенія Єніна станом на кінець листопада 2022 року, воєнними діями було знищено чи пошкоджено понад 700 життєво важливих споруд різного призначення [1]. Значна кількість пошкоджених будівельних об'єктів підлягає відновленню, що потребує проведення обов'язкової процедури їх обстеження.

В Україні створена методологічна основа для Системи забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів (ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. (Зі Змінами) [2]. Положеннями ДБН В.1.2-14:2018 встановлена класифікація будівельних об'єктів за класами наслідків у разі аварійної ситуації та категорії відповідальності конструкційних елементів, об'єктів за рівнем можливих матеріальних збитків та соціальних втрат. Такі наслідки можуть бути викликані припиненням експлуатації об'єкту із-за технічних причин, втратою цілісності об'єкта, наприклад, і внаслідок воєнних дій. В ДБН В.1.2-14:2018 Визначені також орієнтовні терміни експлуатації будівель і інженерних споруд. При цьому, продовження терміну експлуатації (життєвого циклу) понад встановлений строк, допускається лише після проведення обстеження і оцінки технічного стану конструкційних елементів, об'єкту в цілому. Терміни обстеження будівельних об'єктів наведені в ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд [3].

У відповідності до положень ДБН В.1.2-14:2018, з метою забезпечення надійної й безпечної експлуатації будівельного об'єкту, рівень придатності технічного стану його конструкційних елементів і об'єкту в цілому визначають через ступінь відповідності їх характеристик нормативним вимогам. Ступінь відповідності нормативним вимогам і встановлюють при обстеженні. При обстеженні об'єкту встановлюють фактичні значення фізико-механічних характеристик відповідальних конструктивних елементів, виявляють і встановлюють розміри, параметри дефектів та пошкоджень, які знижують їх несучу здатність, довговічність тощо. На основі співставлення визначених фактичних експлуатаційних характеристик з проектними і нормативними вимогами, з урахуванням граничних станів конструкційних елементів, що викладені в ДБН В.1.2-14:2018, встановлюють ступінь придатності до експлуатації конструкційних елементів і об'єкту в цілому, який оцінюється показником «категорія технічного стану». Технічний стан будівельної конструкції, об'єкту згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016,

характеризують однією з чотирьох категорій: а) «1» – нормальний; б) «2» – задовільний; в) «3» – непридатний до нормальної експлуатації; г) «4» – аварійний. Таким чином, рівень відповідності характеристик будівельного об'єкту, що визначені при обстеженні, нормативним вимогам дає змогу встановити його експлуатаційну придатність, можливість подовження його життєвого циклу тощо. Виходячи з цього, точність, достовірність результатів визначення фізико-механічних характеристик, порушень структури матеріалів, їх геометричних параметрів тощо безпосередньо буде впливати на кінцеві результати обстеження конструкційних елементів, будівельного об'єкту в цілому.

У зв'язку з викладеним вище, актуальною задачею є розробка методології створення системи метрологічного й приладового забезпечення, складові якої характеризуються необхідними метрологічними й технічними характеристиками, призначеної для визначення фізико-механічних характеристик, дослідження структури будівельних матеріалів у експлуатованих будівельних об'єктах.

Дефекти конструкційних елементів відрізняються різним ступенем небезпеки та можливістю їхнього виявлення й усунення (рис. 1). З метою спрощення задачі діагностики конструкційних елементів, загальної оцінки їх стану розроблена спеціалізована класифікація всієї сукупності дефектів, що є характерними натурними класифікаційними ознаками технічного стану залізобетонних конструкцій (ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд. Додаток 1.1).

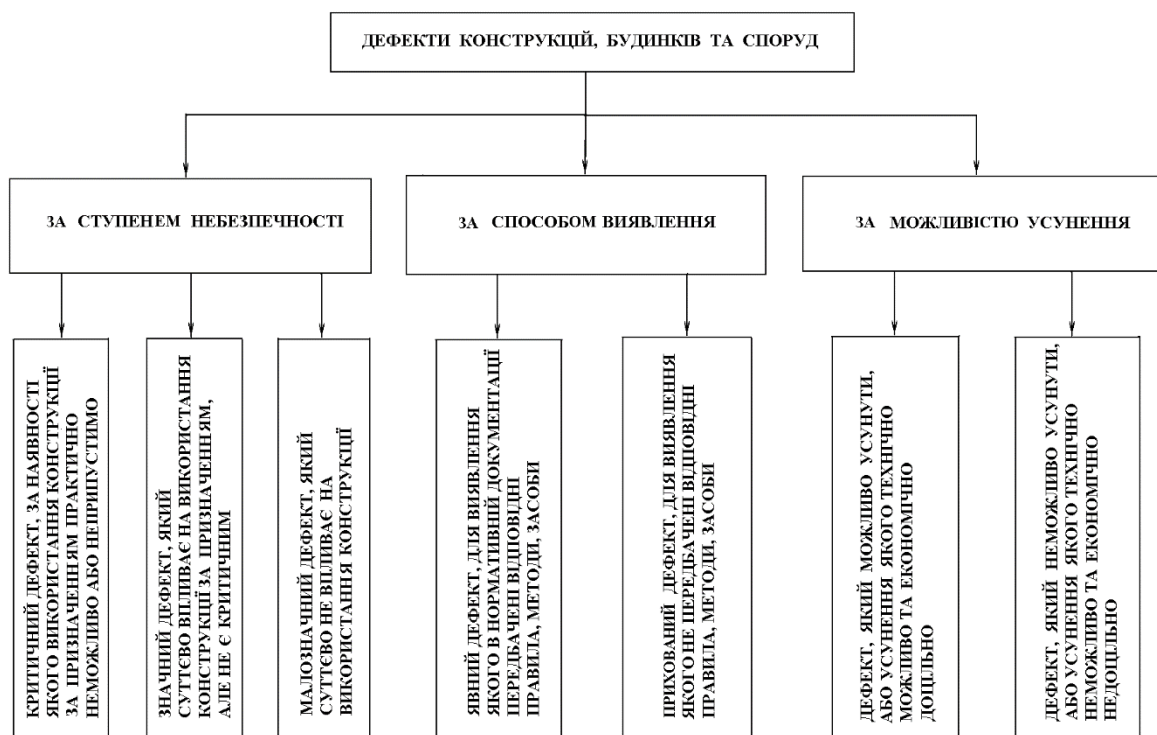


Рисунок 1. Класифікація дефектів конструкційних елементів будинків та споруд

Аналіз переліку дефектів, як характерних натурних класифікаційних ознак технічного стану залізобетонних конструкцій, що наведений у класифікації ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016, показує, що виявлення, визначення параметрів значної їх кількості можливо реалізувати з застосуванням сучасних методів неруйнівного контролю, які в своїй основі можуть забезпечити необхідні параметри вимірювань. У цьому плані найефективнішими є фізичні методи неруйнівного контролю якості, які дають змогу вирішувати практично всі перераховані вище задачі на основі визначених обмірюваних непрямих характеристик, що відбивають досліджувану властивість матеріалу конкретного конструкційного елемента [4].

Ступінь адекватності відображення цих характеристик у вимірюваних непрямих параметрах залежить від обраного методу неруйнівного контролю якості. Тому вибір методу та методики контролю є важливим завданням, яке повинне вирішуватися на етапі постановки задачі обстеження конкретного експлуатованого об'єкта дослідження.

У результаті попереднього аналізу, вивчення опублікованих даних, оцінки ефективності існуючих методів, у розрізі неруйнівного контролю якості матеріалів експлуатованих конструкційних елементів, було виявлено, що найефективнішими з них є методи, які використовують взаємозв'язок параметрів пружних коливань, що поширюються в досліджуваному матеріалі конструкційного елемента, з його фізичними характеристиками. Ці методи можуть забезпечити достатню універсальність, тому що дають змогу досліджувати ряд необхідних характеристик застосовуваних матеріалів у конструкційних елементах при достатньому рівні точності та вірогідності вимірів.

Аналіз методів неруйнівного ультразвукового контролю якості і дефектоскопії будівельних матеріалів за принципом збудження пружних коливань, у своїй основі, поділяються на такі дві основні групи [4]:

- активні, в яких застосовується випромінювання й прийом ультразвукових коливань за допомогою електромеханічних перетворювачів (п'єзоелектричних, електромагнітно-стрикційних), що мають визначені амплітудно-частотні характеристики;

- пасивні, засновані тільки на прийомі й аналізі характеристик змущених чи резонансних пружних коливань, що збуджуються в об'єкті контролю в результаті зовнішньої механічної чи електромеханічної дії.

Ці принципи і покладені в основу розробленої класифікації цих методів неруйнівного контролю і діагностики (рис. 2).

Дослідження якості ін'єктування, наприклад, тріщин в бетоні клейовими матеріалами при ремонті, реставрації експлуатованих будівельних об'єктів, можливо реалізувати на основі часового, часово-тіньового ультразвукових методів з вимірюванням часу (швидкості) поширення інформаційного сигналу за умови врахування особливостей технологічного процесу затвердіння таких матеріалів [5].

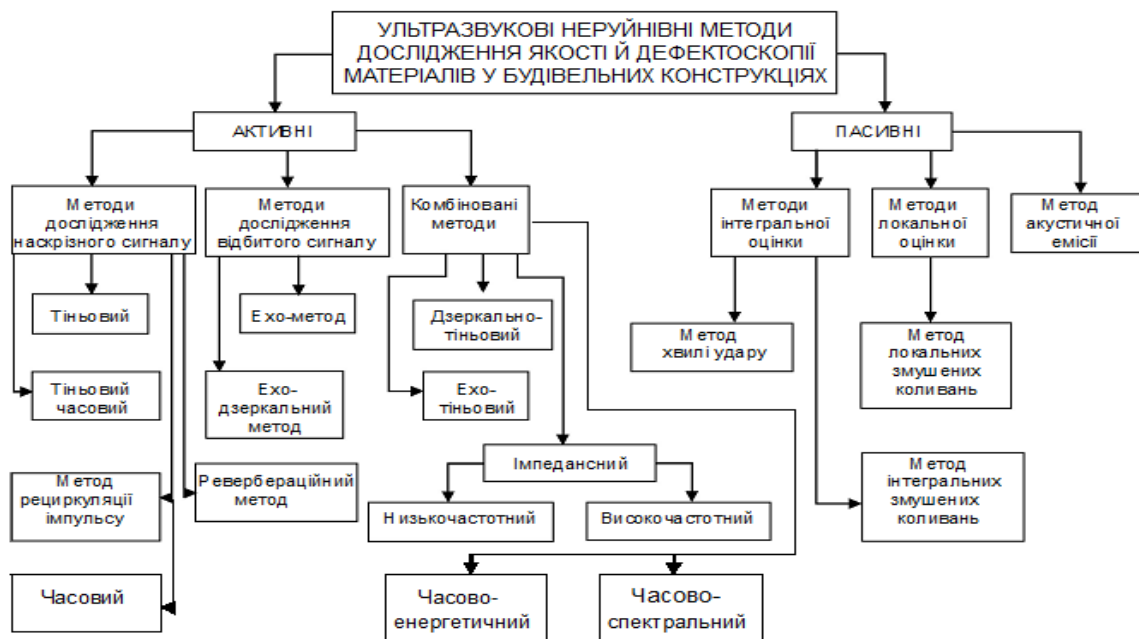


Рисунок 2. Класифікація ультразвукових методів неруйнівного контролю якості і дефектоскопії матеріалів у будівельних конструкційних елементах

Завдання визначення наявності площин розшарування бетону монолітних споруд, місця їх розташування і розмірів потенційно є можливим реалізувати на основі часового ультразвукового та ехо-методу. При чому, при реалізації й застосуванні цього методу необхідно враховувати амплітудно-частотну залежність коефіцієнту загасання ультразвукових пружних коливань як від структурних характеристик досліджуваного матеріалу, так і від відстані між випромінювальним і приймальним п'єзоелектричними перетворювачами [6].

Необхідно зазначити, що у своїй сутності часовий ультразвуковий імпульсний метод є диференційним, оскільки при вимірюваннях дослідженню піддаються локалізовані ділянки бетону чи інших будівельних матеріалів у виробках. Однак, враховуючи особливості вимірювального процесу, що застосовується при вирішенні поставленого завдання, ця характеристика методу не є суттєвою для його впровадження.

Висновки

Отже, оцінюючи цей метод з позицій метрологічного забезпечення визначення структурних порушень, якості бетону в конструкційних елементах, наприклад, пошкоджених будівельних об'єктів, слідує висновок, що взаємозв'язок «фізико-механічні характеристики матеріалу – вимірювані параметри пружних хвиль» цього методу дають змогу здійснювати дефектоскопію будівельних матеріалів у виробках, визначення їх фізико-механічних характеристик при обстеженні експлуатованих будівельних об'єктів з метою визначення можливості їх відновлення чи реконструкції.

Посилання

1. Цензор.НЕТ. 27 листопада 2022. Режим доступу: https://censor.net/ua/news/3383343/rosiyiski_okupanty_poshkodyly_vje_32_tysyachi_tsyvilnyh_obyektiv_i_700_obyektiv_infrastruktury_yenin
2. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. (Зі Змінами). Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78683
3. ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд. Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=65024
4. Серіков Я.О., Золотов М.С. та інш. Дослідження будівельних матеріалів, конструкційних елементів будинків і споруд та механічних систем неруйнівними методами на основі пружних хвиль. Монографія. Харків : ІОЦ ХНАМГ, 2009. – 260 с.
5. John S Popovics, W.-J. Song, M. Ghandehari, Kolluru Subramaniam Application of surface wave transmission measurements for crack depth determination in concrete / Aci Structural Journal March 2000 97(2):127-135. URL: https://www.researchgate.net/publication/279600067_Application_of_surface_wave_transmission_measurements_for_crack_depth_determination_in_concrete
6. Серіков Я.О., Назаренко Л.А. Підвищення достовірності результатів вимірювання при дослідженні надійності будівельних конструкцій ультразвуковим імпульсним методом у виробничих умовах / Український метрологічний журнал, Харків : 2022, №2. С. 21-27. Режим доступу: <http://umj.metrology.kharkov.ua/issue/view/15755>

ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕНСИВНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Аспірантка А. Л. Сиротенко

Український державний університет науки і технологій м. Дніпро

Доктор філософії (пед.), директор центру¹ С.М. Зінченко

Нікопольський факультет УДУНТ

(¹ регіональний центр моніторингу освіти та соціального партнерства, м. Нікополь)

**Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
м. Дніпро, Україна**

Сьогодні одним із актуальних задач матеріалознавства є створення нових конструкційних матеріалів із новими унікальними властивостями металу. Шляхом подрібнення структури до ультрадрібнозернистого стану можна на практиці покращити властивості конструкційних матеріалів. У теперішній час існує кілька способів отримання такої структури. Одним із

таких методів є метод інтенсивного пластичного деформування (ІПД), який реалізується у всьому обсязі заготовки, що деформується. Іншим способом отримання цієї структури є так звані «сумісні» процеси формоутворення металів, які є поєднанням двох і більше традиційних деформаційних процесів [1–3]. Основною особливістю поєднаних процесів обробки металів тиском є те, що найчастіше їх реалізація знижує або повністю усуває недоліки звичайних процесів, що входять до складу поєданого процесу.

Прикладом одного з таких процесів є суміщений процес деформування «прокатка-РКП» з використанням ступінчастої матриці та двох пар валків з гладкою бочкою [4] або двох пар каліброваних валків [5]. Цей суміщений процес деформування дозволяє отримувати прямокутні заготовки з ультрадрібнозернистою структурою та підвищеними механічними властивостями металу.

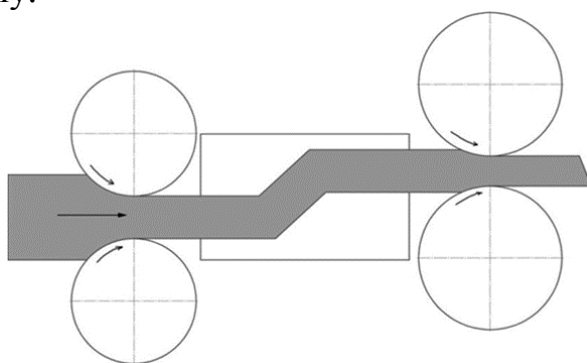


Рисунок 1. – Суміщений метод «прокатка-РКП»

На сьогодні існує цілий ряд методів модифікації поверхні конструкційних матеріалів, такі як: механічна обробка тертям, кручення під високим тиском, стиснення під прямим кутом (ECAP), поверхнева механічна обробка тертям (SMAT- surface mechanical attrition treatment), ультразвукова ударна обробка (UNSM - ultrasonic nanocrystal surface modification).

Техніка UNSM безперечно є найпопулярнішою, але основним недоліком є те, що неможливо контролювати шорсткість поверхні матеріалу.

Шорсткість поверхні значно впливає на якість матеріалу. Шорсткість поверхні для титану та його сплавів, після обробки, може мати дві умови:

- шорсткість збільшується;
- шорсткість зменшується.

Зазвичай коли шорсткість поверхні збільшується – це вигідно для матеріалу, тому що у разі його поганого стану можливо проведення обробки (полірування) для досягнення кращої шорсткості.

Найбільш високими технологічними можливостями володіють методи інтенсивної пластичної деформації, які засновані на використанні ультразвукових коливань.

Для сучасних дослідників-металургів моделювання різних деформаційних процесів у металообробці має велике значення. По-перше, моделювання дозволяє оцінити напруги і деформації, що виникають,

спрогнозувати появу дефектів. По-друге – визначити оптимальні параметри інструменту та заготовки для кращої реалізації процесу. Сучасні програмні системи моделювання дають широкі можливості для роботи, вони дозволяють моделювати практично будь-який процес, уникаючи дорогих експериментів. Тому, моделювання різних деформаційних процесів при обробці металів тиском є важливим завданням для металургів.

Висновки

Одним із способів формування мікро та субмікрокристалічної структури, яка приводить до зміни фізичних і механічних властивостей металів, є інтенсивна пластична деформація (ІПД). На сьогодні пріоритетною задачею у покращенні якості холоднодеформованих труб є створення нових технологій деформаційних схем, обладнання для їх здійснення на основі інтенсивної пластичної деформації.

Посилання

1. Raab G.I., Raab A.G., Zhilyaev A.P. Gradient structure and methods for their preparation. Proceed- ings of the 16th International Congress «Machines, Technologies, Materials». 2019, Vol. I “Technologies”, pp. 132–133.
2. Naizabekov A., Lezhnev S., Panin E., Arbuz A. Combined process “helical rolling-pressing” and its effect on the microstructure of ferrous and non-ferrous materials. Metallurgical Research & Technology. 2018, 115, 213. pp. 11- 19. DOI: <https://doi.org/10.1051/metal/2017099>.
3. Mochalin I.V., Gorokhov Yu.V., Belyaev S.V., Gubanov I.Yu. Extrusion copper bus bars at the installation "Conform" with prechamber. Nonferrous metals. 2016, 5, pp. 75-78.
4. Pat. 27262 RK. Device for continuous pressing of metals and alloys. Naizabekov A.B., Lezhnev S.N., Panin E.A. 2016.
5. Pat. 25862 RK. Device for continuous pressing of metals and alloys. Naizabekov A.B., Lezhnev S.N., Panin E.A. 2013.

INVESTIGATION AND PREDICTION OF PIPE ACCURACY IN SINK DRAWING

*Associate professor I.A. Soloviova, senior lecturer Yu.M. Nykolayenko
Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine*

Introduction. Many scientific works of modern scientists are devoted to the study of the improvement of the sink drawing technology. The main direction of work: hauling in a block of drags; dragging through a rotating drag; modeling of the drawing process.

The works address issues that allow to increase the degree of deformation during drawing, productivity, and to relate changes in wall thickness to energy parameters of processes. In the world of modern requirements for the accuracy of

pipes, there is an interest in the problem of changes non-uniform wall thickness of the pipe after drawing to predict the accuracy of the finished pipes.

The purpose of the work is to study the influence of the technological parameters of sink drawing of pipes from different grades of steel and to determine the factors affecting the non-uniform pipe wall thickness using correlation-regression analysis.

Work results. In order to assess the accuracy of pipes after sink drawing technological routes for the production of pipes from various grades of steel were designed and investigated. According to the developed production routes, the drawing of the batch of pipes was carried out [1]. Samples were taken from each batch and wall thicknesses were measured at equidistant points across the pipe cross-section.

For each drawing pass, the following are calculated:

- absolute $\Delta t = t_{\max} - t_{\min}$ and the relative non-uniform wall thickness non-uniform wall thickness of the workpiece $\delta_0 = \frac{\Delta t_0}{t_{0cp}}$ and finished pipe $\delta = \frac{\Delta t}{t_{cp}}$;
- diameter reduction coefficient $\frac{D_0}{D}$;
- the degree of thin-walled $\frac{t_0}{D_0}$;
- degree of deformation ε ;
- coefficient change non-uniform wall thickness $k = \frac{\delta}{\delta_0}$.

Based on the results of the measurements, a correlation-regression analysis was performed, the factors affecting the change in non-uniform wall thickness were determined, and regression models were built [1-3].

The intervals of variation in the initial data are shown in table 1.

Table 1 – The intervals of variation of the initial data for analysis

Parameter	Range of variation of the parameter	
	stainless steel	carbon steels
$\delta_0, \%$	0,80 ... 13,5	1,2 ... 16,5
$\frac{D_0}{D}$	1,12 ... 1,5	1,05 ... 1,6
$\frac{t_0}{D_0}$	0,05 ... 0,235	0,02 ... 0,21
D_0	10, 16, 25, 36	
t_0	0,97 ... 3,0	

As follows from the definition of $k < 1$ non-uniform wall thickness decreases, and $k > 1$ non-uniform wall thickness of the finished pipe is greater than the non-uniform wall thickness of the workpiece.

The significance of the coefficients of the resulting equations was assessed using the Student's criterion, and the adequacy of the model using the Fisher criterion. The resulting models are adequate and have significant coefficients [1-3]. Some models are presented in table 2.

Table 2 – Coefficients of non-uniform wall thickness of the type A model

Steel	Coefficients of non-uniform wall thickness
08X22H6T	$k = 1,681 + \frac{3,304}{\delta_0} - 0,522 \frac{D_0}{D} - 10,110 \frac{t_0}{D_0} + 29,128 \left(\frac{t_0}{D_0} \right)^2 - 0,003\varepsilon$
06XH28МДТ	$k = 1,126 + \frac{3,015}{\delta_0} - 1,177 \frac{D_0}{D} + 8,097 \frac{t_0}{D_0} - 27,980 \left(\frac{t_0}{D_0} \right)^2 - 0,003\varepsilon$
XH77ТЮР	$k = 1,678 + \frac{1,727}{\delta_0} - 0,246 \frac{D_0}{D} - 16,494 \frac{t_0}{D_0} + 69,167 \left(\frac{t_0}{D_0} \right)^2 - 0,003\varepsilon$
10	$k = 1,974 + \frac{2,324}{\delta_0} - 0,718 \frac{D_0}{D} - 8,442 \frac{t_0}{D_0} + 23,616 \left(\frac{t_0}{D_0} \right)^2 - 0,003\varepsilon$

Based on the results of correlation and regression analysis, regression equations were formed. From the studied models, models of type A and B were selected (tables 2, 3), which adequately reflect the dependence under study.

The research was carried out for stainless steels XH77TYP (foreign analog 2.4952 NiCr20TiAl), for steel 06XH28МДТ (foreign analogs USA-AISI 904L, Germany-1.4563, Japan-SCS23, France-Z1NCDU31-27-03), for steel 08X22H6T and carbon steel 10.

Table 3 – Coefficients of non-uniform wall thickness of the type B model

Steel	Coefficients of non-uniform wall thickness
08X22H6T	$k = 1,463 + \frac{3,374}{\delta_0} - 0,796 \frac{D_0}{D} - 1,862 \frac{t_0}{D_0}$
06XH28МДТ	$k = 1,391 + \frac{3,068}{\delta_0} - 0,959 \frac{D_0}{D} - 0,197 \frac{t_0}{D_0}$
XH77ТЮР	$k = 0,812 + \frac{1,709}{\delta_0} - 0,265 \frac{D_0}{D} + 0,557 \frac{t_0}{D_0}$
10	$k = 1,615 + \frac{2,216}{\delta_0} - 0,667 \frac{D_0}{D} - 1,994 \frac{t_0}{D_0} - 0,002\varepsilon$

It was established that in models of type A all coefficients are significant, and in models of type B the coefficient at $\frac{t_0}{D_0}$ did not always turn out to be significant, that is, dependence on $\frac{t_0}{D_0}$ should not be assumed to be linear, confirming the type A model.

Correction intensity ($k < 1$) depends on the compression ratio along the diameter $\frac{D_0}{D}$: the greater value $\frac{D_0}{D}$, the more intensive the correction of non-uniform wall thickness. That is, for the purpose of correcting non-uniform wall thickness ($\delta_0 > 4\%$) with sink drawing, it is necessary to increase the coefficient of elongation.

The dependence of the coefficient variation non-uniform wall thickness on the variation non-uniform wall thickness of the workpiece was analyzed (table 4).

Table 4 – The dependence of the coefficient of variation non-uniform wall thickness on the variation non-uniform wall thickness of the workpiece

Steel	Coefficient of variation non-uniform wall thickness on the variation non-uniform wall thickness of the workpiece
08X22H6T	$k = 0,1866 + \frac{3,3038}{\delta_0}$
06XH28МДТ	$k = 0,2366 + \frac{3,0149}{\delta_0}$
XH77ТЮР	$k = 0,4113 + \frac{1,7271}{\delta_0}$
10	$k = 0,3584 + \frac{2,3235}{\delta_0}$

Table 5 – Prognostication non-uniform wall thickness

Steel	Prognostication non-uniform wall thickness
08X22H6T	$\delta_{s1} = 3,304 + \delta_{s0} \left(1,681 - 0,522 \frac{D_0}{D} - 10,110 \frac{t_0}{D_0} + 29,128 \left(\frac{t_0}{D_0} \right)^2 - 0,003\varepsilon \right)$
XH77ТЮР	$\delta_{s1} = 1,727 + \delta_{s0} \left(1,678 - 0,246 \frac{D_0}{D} - 16,494 \frac{t_0}{D_0} + 69,167 \left(\frac{t_0}{D_0} \right)^2 - 0,003\varepsilon \right)$
10	$\delta_{s1} = 2,324 + \delta_{s0} \left(1,974 - 0,718 \frac{D_0}{D} - 8,442 \frac{t_0}{D_0} + 23,616 \left(\frac{t_0}{D_0} \right)^2 - 0,003\varepsilon \right)$
δ_{s0} – transverse non-uniform wall thickness of the original workpiece; δ_{s1} – transverse non-uniform wall thickness of the finished pipe.	

When analyzing the obtained dependencies [1-3], some conclusions can be drawn: the more ductile the metal, the smaller the change in non-uniform wall thickness. Less ductile steels have a greater tendency to change in non-uniform wall thickness. At small values δ_0 coefficient k reaches a value 3,5, that is, the non-uniform wall thickness increases by 3.5 times, and large values δ_0 its correction is more intensive. Correction intensity ($k < 1$) depends on the compression ratio along the diameter $\frac{D_0}{D}$: the greater the value $\frac{D_0}{D}$, the more intensive the correction of non-uniform wall thickness. That is, for the purpose of correcting non-uniform wall thickness ($\delta_0 > 4\%$) when sink drawing, it is necessary to increase the reduction factor.

Conclusion

The results of the research are incorporated into the calculations of production routes and technological maps with the aim of predicting the non-uniform wall thickness pipes during drawing and implementing a reduction in the metal content of production.

References

1. Soloviova I.A. Razrabotka mnogovariantnoj tehnologii, issledovanie i vnedrenie racionalnyh rezhimov proizvodstva holodnodeformirovannyh trub: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.16.05 / Soloveva Inna Anatolevna. – Dnepropetrovsk, 1987. – 200 s.
2. Proektuvannya kombinovanih marshrutiv virobництва holodnodeformovanih trub / I.A. Soloviova, V.F. Balakin, Yu.M. Nykolayenko, K.S. Bilan // Sistemni tehnologiyi. – 2017. – № 4. – S. 56-62.
3. Soloviova I.A., Nykolayenko Yu.M. Prognozuvannya tochnosti trub pri bezopravochnomu volochinni // Sistemni tehnologiyi. – 2020. – № 5. – S. 30-36.

RESEARCH OF THE ACCURACY AND QUALITY OF ROLLING PIPES FROM TITANIUM AND ITS ALLOYS

*Associate professor I.A. Soloviova, senior lecturer Yu.M. Nykolayenko
Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine*

Introduction. Many scientific works of modern scientists are devoted to studying the effect of deformation parameters on the accuracy of pipes made of titanium and its alloys. The reliability and weight of the equipment, the specific consumption of metal, the cost price, etc. depend on the accuracy of the geometrical parameters of the pipes. The accuracy of pipes is the degree of conformity of their shape and size to established standards, it is determined by ovality and different-walled. For a qualitative assessment of the magnitude transversal non-uniform pipe wall thickness, the dependence can be used [1]:

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

ΔS_H – presented in the mill of diversity non-uniform pipe wall thickness (2-5% depending on the design and condition of the equipment);

ΔS_T – wall thickness variation workpiece, %.

It is known that in order to achieve high precision pipes, it is advisable reduce the feed and increase the drawing (with the same number of linear shifts) [2, 3].

The purpose of the work is to study the influence of the technological parameters of the rolling of titanium and its alloys on the accuracy and quality, to obtain statistical equations of the influence parameters on the non-uniform wall thickness and ovality of the pipes.

Work results. The problem of improving the accuracy of pipes is important in Ukraine. In order to obtain pipes of the required accuracy with minimal costs, a correct calculation of the accuracy of the technological process is necessary, which can be carried out with the help of automatic means or by changing the technological factors.

Currently, the accuracy of rolled pipes can be influenced in the following ways:

1. By changing divisibility of the deformation, other things being equal in rolling (decreasing value of feed, increasing the degree of deformation).
2. By reducing the ovality of the gauge groove in the calibration section, which reduces the productivity of rolling mills, it is necessary to reduce the linear displacement.
3. To increase the rigidity of the parts and assemblies working cage rolling mill, by possible constructive replacement of the cage and etc. This method requires significant capital costs.

Thus, the task of increasing the accuracy of the diameter of rolled pipes, while simultaneously increasing the productivity of the rolling mill, is urgent.

Factors affecting the accuracy of the pipes of the specified assortment were analyzed and regression models were developed, which contribute to the prediction of accuracy and the determination of optimal parameters of the rolling process to obtain the predicted accuracy.

Based on the data of experimental studies [2, 3], the influence of feed, extraction and relative non-uniform wall thickness of the workpiece on the non-uniform finishing pipe wall thickness was analyzed. A general equation of the influence of these factors on the non-uniform wall thickness of the pipes (equation (1, 2), figure 1) and regression equations for the indicated dependencies (table 1, 2).

The general form of the equation:

$$\delta_t = a + b\delta_0 + c\mu. \quad (1)$$

The combined equation of the dependence of relative non-uniform wall thickness on process parameters has the form:

$$\delta_t = (-35,351m + 337,97) + (1,365m - 12,838)\delta_0 + (5,016m - 47,026)\mu, \quad (2)$$

δ_0 – relative non-uniform wall thickness of the workpiece;

μ – coefficient of elongation;

m – feed.

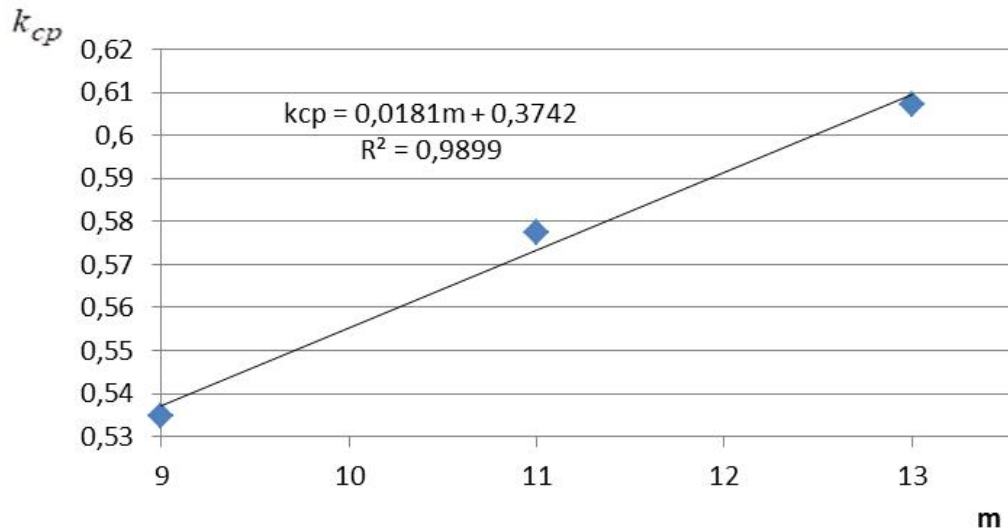


Figure 1 – Dependence of the coefficient k_{cp} changes in the relative non-uniform wall thickness of the feed m

Table 1 – The influence of deformation parameters on the relative non-uniform wall thickness of the pipe

Feed, m	R – coefficient of multiple regression and regression equation
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	$R=1 \quad \delta_t = -145,073 + 5,627\delta_0 + 21,988\mu$

Table 2 – Regression models of the dependence coefficients of the equation (1) on feed

Coefficients of equation (1)	a	b	c
Regression model	$-35,351m + 337,97$	$1,365m - 12,838$	$5,016m - 47,026$

The influence of the feed rate on the accuracy of the pipes can be judged by studying the influence of the feed value on the ovality of the pipes (figure 2) [2, 3].

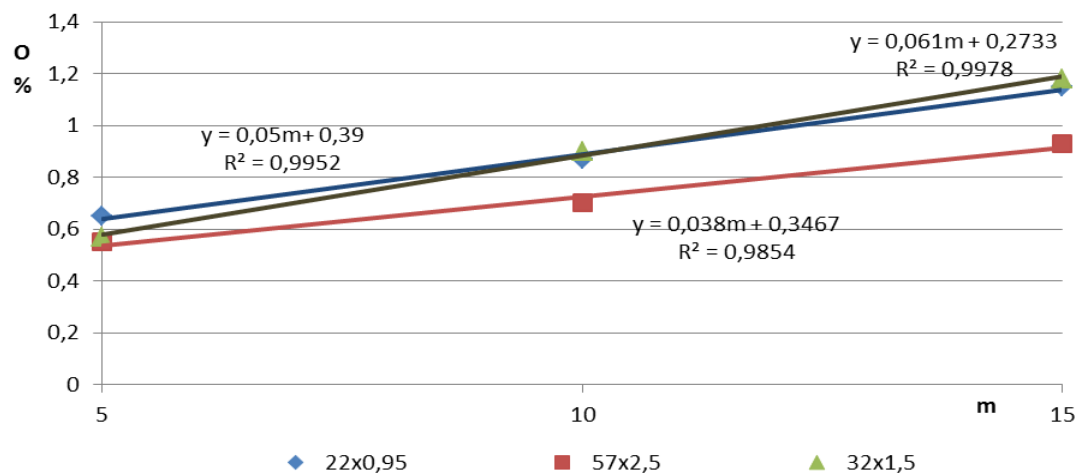


Figure 2 – The influence of feed on ovality

Dispersion-regression analysis of the influence of factors D_{sr} (average pipe diameter) and m (feed) on ovality $O\%$ (figure 2) reveals a linear character and a sufficiently high correlation of these parameters. The regression equation is obtained:

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

$O\%$ – relative ovality;

$O, \text{ мм}$ – absolute ovality;

D_{sr} – average pipe diameter;

m – feed, мм.

The conducted regression analysis showed the adequacy of the obtained equations with significant coefficients.

So, for the analysis influence of the feed and the average diameter of the pipes on the relative ovality, the multiple correlation coefficient is 0.98, the calculated Fisher coefficient is 69.17, the critical coefficient is 5.14, all coefficients of the equation are significant.

For the analysis influence of the feed and the average diameter of the pipes on the absolute ovality, the correlation coefficient is 0.98, the calculated Fisher coefficient is 69.46, the critical one is 5.14, all coefficients of the equation are significant.

The obtained equations will help in predicting the ovality of the pipes based on the input data of the pipe dimensions and the parameters of the rolling process.

Conclusion

The obtained dependences of the accuracy parameters on the parameters of the technological process were used in the calculations of the production routes of titanium pipes and its alloys, in the design of sites and mini-plants for the production of pipes by the cold rolling method.

References

1. Haustov G.I. Issledovanie tochnosti prokatki holodnokatanyh trub: avtoref. dis. na soiskanie stepeni kand. teh. nauk: spec. 324 «Obrabotka metallov davleniem» / G.I. Haustov. - Dnepropetrovsk, 1971. – 20 s.
2. Mishenko O.V. Do poynasnennya mehanizmu zmenshennya poperechnoyi riznostinnosti trub pri holodnij prokatci na opravci / O.V. Mishenko, V.U. Grigorenko // Obrabotka materialov davleniem. Sb. nauchn. trudov. – Kramatorsk: DGMA, 2011. – №3(28). – S.216-219.
3. Soloviova I.A., Nykolayenko Yu.M. Analiz ta doslidzhennya tochnosti ta yakosti holodnodeformovanih nerzhaviyuchih ta titanovih trub / XVI Mizhnarodna konferenciya «Strategiya yakosti v promislovosti i osviti»: Materiali. – Dnipro – Varna, 2021. – S. 140-143.

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ХРОМУВАННЯ ТА ІНШІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ПОВЕРХНІ МЕТАЛУ

*Здобувач вищої освіти Е.І. Спірін, ст. викладач (керівник) В.І. Гуцалова
Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна*

Металеві покриття застосовують для захисту від корозії виробів і деталей машин, приладів, устаткування, різних металоконструкцій і споруд, які експлуатують у різних агресивних середовищах. Під корозією розуміють руйнування металу під впливом оточуючого середовища. Це довільний окисно-відновлюваний процес. Суть захисту від корозії металевими покриттями полягає в ізоляції нестійкої в конкретному середовищі металевої поверхні шаром більш стійкого в даному середовищі металу. Такі покриття повинні бути суцільними, непроникними, мати високу адгезію (міцність зчеплення) до основного металу, рівномірно розподілятися по всій поверхні, що захищається.

Так, для захисту від хімічної корозії на низьколеговані сталі і чавуни наносять металеві покриття з більш жаростійких металів (Al, Cr, Si) або сплавів. Деталі з нелегованої сталі з захисним жаростійким покриттям часто мають дещо коротший термін роботи порівняно з деталями, які виготовлено повністю із жаростійких сплавів. Однак деталі, які захищено покриттям, є набагато дешевшими від тих, які виготовлено повністю з високолегованого сплаву. Крім того, застосовуючи покриття, вдається поєднати для деталей високу стійкість до корозії за рахунок підвищеного вмісту легуючого компоненту в покритті з хорошими механічними властивостями всієї деталі.

Металеві покриття наносять на вироби шляхом занурення в розплавлений метал(гарячий метод), термомеханічним методом (плакування), дифузійним і гальванічним методами. Чіткого розподілу конкретних

технологічних процесів між зазначеними методами немає, в різних джерелах можливе віднесення однієї технології до різних груп [1].

Найбільш широко використовуваний у промисловості стандартний електроліт хромування, основним компонентом якого є хромовий ангідрид (CrO_3) з концентрацією 250 г/л. Він має ряд істотних недоліків: на виділення металу витрачається 12-15% електричної енергії, покриття по поверхні розділяється нерівномірно, у ньому виникають великі внутрішні напружки, які викликають розтріскування зносостійких і захисно-декоративних покриттів. І, як наслідок, – утворення великої кількості пор. Що, в свою чергу, призводить до збільшення шорсткості покриття із зростанням товщини. Тому багато деталей піддаються шліфуванню, при якому знімається від 15 до 30% товщини шару хрому. Крім того, одним із найголовніших недоліків промислового хромування є висока токсичність основного компонента електроліту – хромового ангідриду (CrO_3). Сполуки хрому (VI) мають загальнотоксичну дію, проявляють канцерогенні властивості та становлять велику екологічну небезпеку для навколишнього середовища та робітників гальванічних цехів. Вважається встановленим, що більша частина раку легень і ракових захворювань кишково-шлункового тракту серед працюючих у гальванічних цехах пов'язана із впливом хроматів та біхроматів. Хромати потрапляють у довкілля через витяжну вентиляцію, у ґрунт – через стічні води. Винос CrO_3 , через вентиляцію істотно залежить від концентрації його в електроліті, швидкості перепаду температур нагріву та газовиділення.

В результаті проведених експериментів, а також досвіду застосування на підприємствах, можна вважати, що при хромуванні в електроліті з концентрацією CrO_3 250 г/л, катодної щільності струму 80 А/дм² і температурі 50-55°C винос електроліту через вентиляцію становить близько 200 мл з 1 м² поверхні електролізера. При зміні концентрації CrO_3 , від 50 до 100 г/л винос його у вентиляцію збільшується приблизно у 15 разів. Крім того, застосування для хромування малоконцентрованого електроліту дозволяє знизити енерговитрати, витрати на очищення стічних вод, знижує втрати дефіцитного металу хрому. Через меншу агресивність електроліту збільшується термін служби вентиляційного обладнання. Таким чином, одним із шляхів зменшення екологічної небезпеки хромування є застосування малоконцентрованих електролітів [2].

Крім того, серйозною проблемою є те, що у виробничих процесах хромування використовується шестивалентний хром, який є сильним токсикантом. Тому в останні роки інтенсивно ведуться дослідження, спрямовані на заміну електролітів шестивалентного хрому на тривалентний хром.

Альтернативними хромовими покриттями є покриття нікелем, легованих бором (до 1,5%), які можливо отримувати більшої товщини (до 500 мкм). За такими властивостями, як твердість, зносостійкість, корозійна стійкість і стійкість до термічного окислення, вони не поступаються хромовим покриттям, а на вигляд – декоративним хромовим покриттям. Покриття нікель-бор пластичні, менш напружені, шорсткість зі збільшенням

товщини зберігається постійною. Технологічний процес нанесення покриття нікель-бор не становить великої екологічної небезпеки, всі компоненти електроліту не належать до промислових отрут. Витрати електроенергії приблизно в 100 разів менші для отримання однієї і тієї ж товщини на одиницю поверхні. Покриття нікель-бору, як і хромові, можуть бути використані для відновлення розмірів зношених деталей.

За обсягами використання та поширеності в промисловості з металевими покриттями можуть конкурувати лише лакофарбові покриття. Поряд із захистом від корозії вони виконують і інші функції (наприклад, слугують для декоративного оздоблення виробів, підвищення їхньої зносостійкості, надання їм антифрикційних і відбивних властивостей, жаростійкості).

Поряд із традиційним застосуванням в якості декоративного покриття на виробках побутового та технічного призначення, емалеві покриття все активніше застосовують для антикорозійного захисту металів. Емалеві покриття в основному наносять на сталь, однак деякі з них придатні також і для чавуну, міді, латуні та алюмінію [4].

В багатьох випадках металеве покриття є єдиноможливим і найекономічнішим засобом захисту виробів і деталей від корозії.

Висновки

1. Покриття, отримані з малоконцентрованого електроліту за оптимальних умов електроосадження, характеризуються високою твердістю, меншою внутрішньою напругою, меншою шорсткістю і більш рівномірним розподілом металу по поверхні.
2. Використання у виробничих процесах хромування шестивалентного хрому є небезпечним. Тому другий шлях – заміна електролітів нетоксичними, що містять сполуки тривалентного хрому.
3. Різні засоби захисту металевих покриттів сприяють протистоянню корозійному впливу зовнішнього середовища.

Посилання

1. Бондар В. І. Корозія та захист матеріалів: навчальний посібник для студентів металургійних спеціальностей / В. І. Бондар. – Маріуполь : ПГТУ, 2009. – 126 с.
2. Данилов Ф. Й., Проценко В.С. Електроосадження хрому з електролітів на основі сполук Cr (III): огляд // Питання хімії та хімічної технології. – 2020. – №2. – С. 4-29.
3. Левітін Є.Я. Загальна та неорганічна хімія: Підруч. для студентів вищ. навч. закл. / Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Ключова; за заг. ред. Є.Я. Левітіна. – 3-тє вид. – Харків: НФаУ: Золоті сторінки, 2017. – 512 с.
4. Хімічна корозія та захист металів: навчальний посібник / [П. І. Стоєв, С. В. Литовченко, І. О. Гірка, В. Т. Грицина]. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. – 216 с.

ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ЗАГОТОВОК ДЛЯ ПРОКАТНОГО ІНСТРУМЕНТУ У ЗАХИСНОМУ СЕРЕДОВИЩІ АРГОНУ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ

*Начальник відділу¹ А.О. Супрун, доц., канд. техн. наук, зав. каф.² Ю.О. Ступак,
інженер-технолог¹ Д.А. Устименко, майстер дільниці¹ А.В. Гончаренко*

*¹ПрАТ «Нікопольський завод технологічного оснащення» (НЗТО),
м. Нікополь Дніпропетровської обл., Україна*

*²Кафедра Теорії, технології та автоматизації металургійних процесів
²Український державний університет науки і технологій (УДУНТ)
м. Дніпро, Україна*

При термічній обробці сталей важливу роль відіграє склад середовища, в якому знаходиться метал. Наявність у газовому середовищі кисню призводить до адсорбції його молекул на поверхні та подальших взаємодій, що можуть призводити до втрати вуглецю з поверхневих шарів металу та утворення оксидних плівок. Для довговічності та якості інструментальних сталей знеуглецювання є більш небезпечним, ніж окислення, тому що вміст вуглецю в поверхневому шарі стає значно нижчим [1]. Знеуглецювання поверхневого шару може призвести до втрати необхідних механічних властивостей та твердості матеріалу і, як наслідок, браку при функціонуванні та експлуатації виробів.

Як показав досвід ПрАТ НЗТО, невідповідний склад пічної атмосфери при термообробці окремих категорій виробів, зокрема калібрів для холодної прокатки труб (ХПТ) зі сталі марки EN ISO 1.2344 (4X5МФ1С), може негативно позначатися не тільки на їх якості, але й спонукає до вимушеного збільшення маси початкової заготовки, для забезпечення подальшого механічного видалення ушкоджених поверхневих шарів металу, що збільшує його втрати і негативно позначається на собівартості кінцевих виробів. Вказані обставини стали передумовою для пошуку найбільш раціонального та ефективного в умовах підприємства способу термічної обробки заготовок з легованих сталей.

Відомо, що в практиці термообробки для захисту поверхні металу від окиснення або знеуглецювання застосовують безокиснювальне нагрівання:

- в атмосферах, склад яких є контрольованим (чисті інертні гази або суміші газів) або у вакуумі;
- із застосуванням сипучих захисних матеріалів;
- у розплавах солей, стекл або металевих;
- із захисними покриттями зі склоемалевих композиційних матеріалів.

Застосування контрольованої (регульованої) атмосфери має на меті створення газового середовища, яке є відносно нейтральним по відношенню до металу. В залежності від типу (конструкції) печі газове середовище потрібного складу отримують шляхом організації контрольованого горіння палива (рідкого, газоподібного) безпосередньо в печі, або використовують

різноманітні генератори, що формують атмосферу, в якій здійснюється термічна обробка [2, 3]. Загальновідомо, що умовою «нейтральності» пічної атмосфери по відношенню до металу є певні, заздалегідь визначені й такі, що піддаються контролю/регулюванню співвідношення CO_2/CO ; $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$; CH_4/H_2 . Створення та підтримання вказаних співвідношень на практиці є не складним завданням, але ж універсального газового середовища, яке може бути використане у всіх випадках, не існує - склад газової суміші, що знаходиться в рівновазі зі сталлю, змінюється в залежності від температури. Крім того, для сталей, легованих Ni, Co, Mo, W, елементом, що окислюватиметься першим є залізо, в той час як для сталей, що містять Mn, Cr, Al, Si, V склад газового середовища слід обирати з огляду на можливість окиснення цих елементів [4]. Таким чином, для кожної температури та певної марки сталі необхідно використовувати різні захисні середовища.

Більш-менш задовільні результати можна отримати, здійснюючи термічну обробку в атмосфері чистого азоту або у вакуумі. В разі використання азоту важливо забезпечити його чистоту, а саме – відсутність у складі шкідливих домішок (O_2 , H_2O), тому що, наприклад, кисень, навіть при парціальному тиску, що дорівнює $2,66 \cdot 10^{-4}$ Па, може продовжувати окислювати залізо [1]. Це має значення і при обробці у вакуумі. У пристроях термічної обробки у вакуумі з простору, що оточує деталь, шляхом зменшення тиску видаляють гази, здатні вступати в реакцію з поверхнею деталі. Таким чином можна отримати чисту, гладку, не знеуглецьовану і неокислену поверхню, і після термічної обробки у вакуумі операції з остаточної обробки можуть стати непотрібними.

Гарні результати можуть бути досягнені при використанні для захисту металу інертних газів, зокрема – аргону. Відомий спосіб термічної безокислювальної обробки [2], за яким термічну обробку проводять у середовищі інертного газу. Суть способу полягає в тому, що вироби укладають у контейнер і забезпечують його герметизацію одним зі способів, що показані на рис. 1. Потім продувають його інертним газом до повного видалення повітря, завантажують в розігріту камерну піч, нагрівають до технологічної температури, витримують при цій температурі, вивантажують контейнер з виробами з печі та здійснюють охолодження.

Відомі також способи захисту за допомогою сипучих захисних середовищ, таких як металеві стружка або порошок (наприклад, чавуну), подрібнене деревне вугілля або кокс. Загальним недоліком вказаних середовищ є наявність у їхньому складі значної кількості вуглецю, який за підвищених температур може проявляти активність, насичуючи собою поверхню металу. Можливе також використання нейтральних сипучих матеріалів, таких як пісок, зола тощо, які можуть захищати метал від впливу газового середовища. Але подібний захист може помітно впливати на тривалість термічної обробки через перешкоджання теплообміну між металом та пічною атмосферою, що теж є певним недоліком.

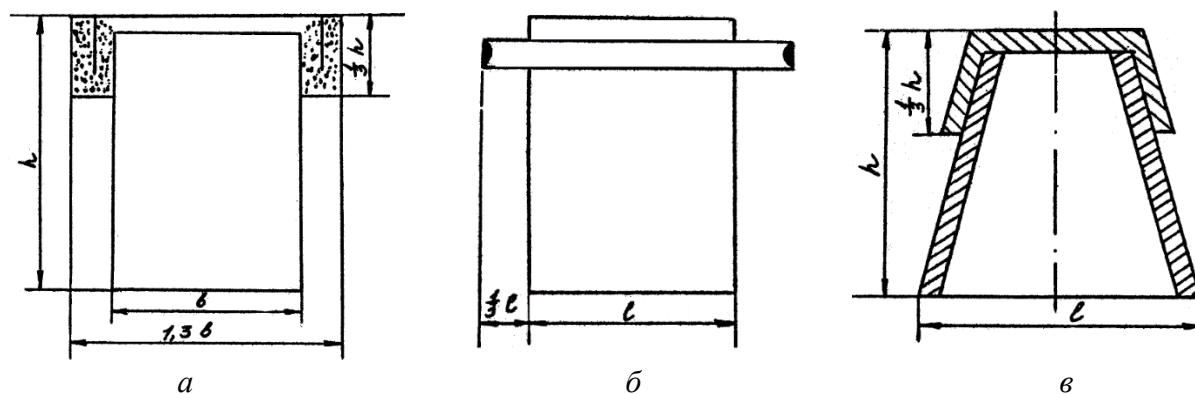


Рис. 1. Схеми затворів контейнерів для створення захисної атмосфери інертного газу [2]:

a - із затвором з піску; *б* - з привареною кришкою; *в* - з конічним затвором.

Ще один варіант захисту металу від впливу газової атмосфери при термічній обробці - використання рідких середовищ розплавлених солей лужноземельних металів, сумішей лугів, стекол або металевих ванн. До переваг безокислювального нагріву в розплавах солей відносять високу швидкість і рівномірність нагріву заготовок і деталей, а також повний або частковий захист від знеуглецювання поверхні сталі. Соляні ванни, що використовуються, поділяють на низькотемпературні (до 700 °С), середньотемпературні (720-950 °С) і високотемпературні (до 1350 °С). Перші використовують для відпуску легованих сталей; другі - для остаточного нагріву під загартування вуглецевих і низьколегованих сталей; треті - для остаточного нагріву під загартування швидкорізальних і легованих сталей [5, 6].

Крім захисних властивостей, розплави солей повинні мати певні технологічні та фізико-хімічні властивості. До них відносяться здатність розплаву добре змочувати поверхню металу (але не взаємодіяти з ним хімічно), мати плинність, негіроскопічність, високу електропровідність і стійкість до дії електричного струму. Розплав солі повинен мати достатню текучість, щоб не налипати на поверхню деталі товстим шаром, легко видалятися з поверхні металу при травленні в кислотах, содових розчинах та при промиванні гарячою водою. В діапазоні температур від 350 до 950 °С для захисту металу можуть також використовуватися свинцеві ванни [3].

До недоліків термічної обробки з використанням захисних розплавів слід віднести підвищені вимоги безпеки через токсичність деяких компонентів та можливість утворення в окремих випадках вибухонебезпечних сумішей. Нетоксичність, мала леткість і відсутність корозійного впливу на метал є визначальними характеристиками при обранні того чи іншого виду сольових розплавів. З огляду на вказані недоліки більш привабливим є використання захисних ванн з рідкого скла. Відомий, наприклад, досвід використання розплавленої скломаси, отриманої зі звичайного битого скла (віконні шибки, склотара тощо). В газовій печі

барабанного типу заготовки нагрівали у ванні з розплавленим склом, шар якого досягав 100 мм. При обертанні основної камери печі заготовки очищалися від окалини і покривалися шаром розплавленого скла, що забезпечувало швидке і рівномірне нагрівання заготовок. Шар скла захищав їх надалі від окиснення. При достатньо низьких експлуатаційних витратах були досягнуті дуже хороші результати [6].

Високу ефективність має застосування для захисту сплавів, схильних до окиснення, захисних технологічних покриттів на основі різноманітних склоемалевих композиційних матеріалів. Їх особливістю є те, що вони забезпечують можливість отримання після високотемпературних нагрівань такої ж високої якості поверхні металу, як і після обробки різальним інструментом або в середовищі аргону. Крім того, вони можуть виконувати функції «мастила» при штампуванні та інших видах обробки металу, не поступаючи за мастильними характеристиками високоефективним технологічним мастильним матеріалам і навіть перевершуючи їх, оскільки виявляються працездатними за температур 1200-1500 °С, а в окремих випадках - до 2000 °С, що не під силу традиційним технологічним мастильним матеріалам. Іншою перевагою цих покриттів є можливість їх формування на поверхні металу в процесі його нагрівання безпосередньо перед штампуванням, прокаткою, загартуванням та ін. [7].

Проведений аналіз щодо можливостей застосування того чи іншого способу захисту металу при термообробці дозволив авторам сформулювати певні гіпотези та завдання і перевірити окремі з них експериментально, в умовах виробництва. За основу були взяті до уваги відомі рекомендації [2], в т.ч. способи забезпечення захисного середовища, наведені на рис. 1.

ПрАТ НЗТО має можливості виготовляти заготовки для трубного інструменту (рис. 2) з легованих сталей різних марок шляхом виплавки металу в дугових сталеплавильних печах (ДСП-3А) та подальшої його розливки у форми, виготовлені із застосуванням холодно-твердіючих сумішей (ALPHASET-процес, обладнання фірми OMEGA Великобританія) [8, 9].



Рис. 2. Окремі види трубного інструменту, що виготовляють на ПрАТ НЗТО [9]

Необхідний комплекс властивостей сталі для виготовлення калібрів станів ХПТ може бути досягнений відповідною технологією виплавки та ступенем їх легування карбیدоутворюючими елементами (Cr, V, Mo, W) при вмісті вуглецю 0,4-0,6%. Для формування оптимального рівня механічних показників (σ_B , σ_T , δ , ψ та ін.), а також потрібної мікро- й макроструктури металу, технологією передбачено виконання певних процедур подальшої термічної обробки, яку здійснюють в газових або електричних печах. Суттєвим недоліком обробки у вказаних печах є наявність в газовій фазі кисню й азоту, які за певних температур взаємодіють з металом, призводячи до окислення вуглецю, заліза та окремих легуючих елементів зі складу сталі, насичення азотом поверхневого шару металу тощо. Негативний вплив пічної атмосфери дещо ускладнює подальшу термічну обробку заготовок, змушує збільшувати припуски на їх механічну обробку, виготовляючи заготовки більшого діаметру, що збільшує непродуктивні втрати та собівартість виробів через наявність додаткових операцій.

Враховуючи зазначене, був запропонований та випробуваний в умовах виробництва спосіб нагріву металу з використанням захисної атмосфери інертного газу (аргон). Оскільки електрична гартувальна піч, що використовувалася на той час на НЗТО, не є герметичною (використання захисного середовища не передбачено), для здійснення обробки було виготовлено металевий короб з отвором для завантаження заготовок та дверцята, які щільно зачиняються (рис. 3).

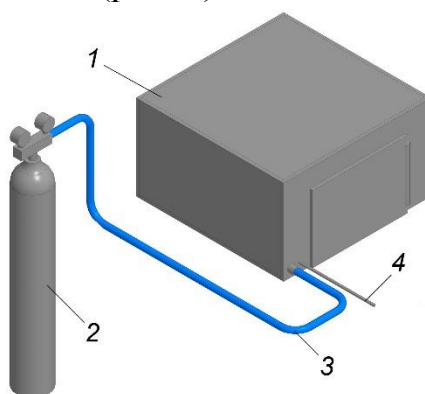


Рис. 3. Схема подачі аргону до внутрішнього простору нагрівальної печі:

1 – короб з дверцятами; 2 – балон з аргоном; 3 – шланг для подачі аргону; 4 – термопара для контролю температури

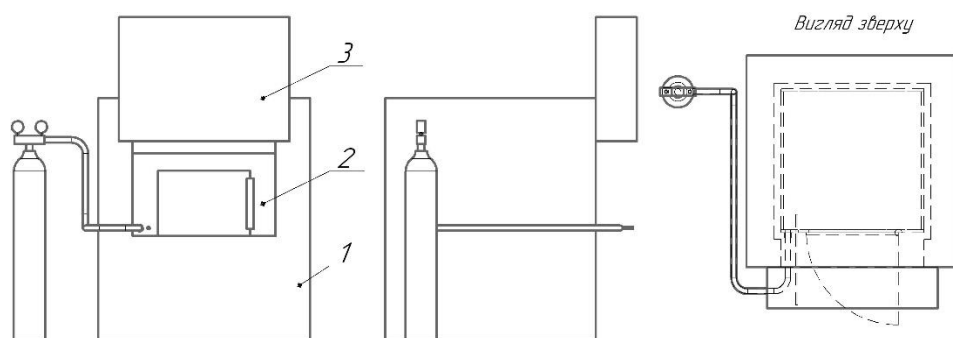


Рис. 4. Схема розташування коробу в нагрівальній електричній печі:

1 – піч; 2 – короб; 3 – кришка печі (у відкритому положенні)

Газоподібний аргон першого сорту*¹ постійно подавався від балона через з'єднувальний трубопровід до короба, розміщеного в печі. Витрата газу складала близько 20 л на годину*². Через недосконалість конструкції короба, що використовувався для розміщення заготовок, їх нагрівання відбувалося в дещо уповільненому темпі, але режими обробки (температури та тривалість окремих стадій) залишалися аналогічними традиційним. Відносно велика витрата газу була зумовлена не достатньо герметичною конструкцією коробу, через що продування вимушені були робити на всьому етапі нагрівання. Але на температурний режим нагрівання заготовок це суттєво не впливало, про що свідчили показання термопари, яку додатково було встановлено в середину короба.

Після нагрівання та необхідної витримки заготовки були доставлені на гартування, що відбувалося за традиційною технологією. Колір мінливості заготовок після першого відпуску відповідав температурним параметрам, поверхня була чистою, слідів окалини та оксидних плівок не виявлено. Контрольні заміри показали, що базові розміри та форма виробів в цілому не зазнали суттєвих змін внаслідок термічних деформацій. Після перевірки всіх параметрів заготовки були направлені для здійснення відпусків. По закінченні термообробки та остигання заготовок були відібрані зразки металу для вивчення мікроструктури й механічних властивостей. Результати виявилися задовільними.

В подальшому калібри, що були виготовлені за наведеною технологічною схемою, проходили дослідно-промислове випробування. В процесі роботи філь'єра калібрів зазнавала додаткової шліфовки у кількості двох переходів. Калібри були виведені з роботи через знос філь'єри, що перевищив межі допуску за розміром. Середня стійкість калібрів порівняно зі стандартною технологією, зросла орієнтовно на 10-15%. Слід зазначити, що вказане зростання було пов'язане не тільки і не стільки із застосуванням при термообробці захисного середовища на основі аргону, але саме його використання позитивно вплинуло на весь технологічний процес виготовлення калібрів для станів холодної прокатки труб.

Висновки

Результати проведених експериментів дозволили зробити обґрунтовані висновки, що найбільш технологічно прийнятним та економічно доцільним в умовах ПрАТ НЗТО є застосування безокиснювальних (нейтральних) середовищ з використанням чистого аргону, які дозволяють:

- запобігти утворенню окалини та подальших операцій очищення поверхонь (дробострумінна обробка, травлення);

*¹ - ДСТУ ГОСТ 10157:2019 (ГОСТ 10157-2016, IDT). Аргон газоподібний та рідкий. Технічні умови (99,987 % об. Ar, 0,002 O₂; 0,01 % об. N₂)

*² - показники знімали за допомогою газового редуктора Ar/CO₂ HERCULES 514.D051

- запобігти утворенню знеуглецьованого або науглецьованого шару при термічній обробці сталей та сплавів, з яких виготовляють окремі види трубного інструменту на підприємстві;
- зробити можливою термічну обробку остаточно виготовлених деталей;
- усунути безповоротні втрати дороговартісних металів у вигляді окалини та під час травлення;
- підвищити якість готових виробів та знизити собівартість їхнього виробництва.

В майбутньому заплановано вдосконалити конструкцію короба (контейнера) для заготовок за схемою, що надана на рис. 1, *а* або подібною, що дозволить забезпечити більш високу якість (чистоту) захисного середовища на весь час перебування заготовок в печі і зменшити витрати аргону.

Посилання

1. Артингер І. Інструментальні сталі та їх термічна обробка. Пер. з угор. – Металургія: 1982. – 312 с.
2. Обробка термічна безокислювальна деталей, складальних одиниць та заготовок з корозійностійких та жароміцних сталей та сплавів. ОСТ 92-1188-78. Офіційне видання. – 1979. – 42 с.
3. Thomas G. Digges, Samuel J. Bosenberg Heat Treatment and Properties of Iron and Steel. Monograph. Washington: National Bureau of Standards, 1960. – 40 p.
4. Окислення і знеуглецювання сталі. Під ред. О.І.Ващенко. – Металургія, 1972. – 370 с.
5. Гуляєв О.П. Металознавство. 6-е вид., перероб. та доп. – Металургія, 1986. – 544 с.
6. Солнцев С.С., Туманов А.Т. Захисні покриття металів при нагріві. Довідник. – Машинобудування, 1976. – 240 с.
7. Солнцев С.С. Захисні технологічні покриття і тугоплавкі емалі. – Машинобудування, 1984. – 256 с.
8. Думенко К.А., Есаулова Н.В., Сибелева Т.Н. та ін. Металургічно виробство на європейско ниво: възгледите на работодателя относно квалификацията (компетенциите) на завършилите висши металургични специалности / В мат-лах XIV Міжнар. конф. "Стратегія якості в промисловості і освіті". Том І. (04 - 07 червня, 2018, Варна, Болгарія). – Дніпро-Варна: Дике поле - ТУ-Варна, 2018. – С. 158-164.
9. Офіційний сайт ПрАТ НЗТО. Постійна адреса в мережі Інтернет: <https://nzto.com.ua/> Дата звернення: 22.12.2023.

ОБРОБКА ТИСКОМ ЛИТОЇ БРОНЗИ БрО3А3

¹Проф., докт. техн. наук К.І. Узлов, ^{1,2}доц. канд. техн. наук Т.В. Кімстач,
¹доц., канд. техн. наук О.А. Ремез, ¹аспірант А.П. Білий,
¹ст. викладач Т.П. Карпова

¹ННІ «Інститут промислових і бізнес технологій»
Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна
²Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова
Національної академії наук України, м. Дніпро, Україна

Стан питання. За способом виготовлення виробів бронзи поділяють на ті, що деформують без обмежень та виключно ливарні. При цьому, на відміну від деформованих бронз, ливарні бронзи, як правило, термічно не обробляють, але за певних умов виробництва деякі ливарні бронзи також деформують. На даний час з-поміж відомих бронз найбільшого поширення у виробництві набули олов'яні та алюмінієві бронзи.

З числа олов'яних для обробки тиском використовують бронзи з вмістом Sn до 8...10% (мас), що надає їм міцність до $\sigma_b = 1000$ МПа та пластичність до $\delta = 70\%$ при збереженні високої електропровідності, корозійної стійкості та антифрикційних властивостей. Після термічної обробки такі бронзи додатково набувають високої пружності та опору втомі [1].

Алюмінієві бронзи, з числа інших бронз, характеризуються високими механічними, антифрикційними і найвищими корозійними властивостями. Зокрема, однофазні бронзи марок БрА5 та БрА7 мають міцності $\sigma_b = 400...450$ МПа і пластичність $\delta = 60\%$ [2]. Двофазні бронзи мають високу міцність. З таких бронз шляхом виключно гарячої обробки тиском виготовляють будь які штамповані вироби та сортамент прокату. Крім цього ці бронзи використовують і у якості ливарних сплавів.

За рівнем фізико-механічних, деформаційних та експлуатаційних властивостей олов'яні та алюмінієві бронзи значно відрізняються між собою і при цьому мають експлуатаційні та споживчі властивості, що притаманні тільки їм. Тому безперечний інтерес представляє дослідження властивостей, зокрема деформаційних, бронзи в складі якої одночасно присутні як алюміній, так і олово. До числа таких бронз належить бронза марки БрО3А3, але дані про її властивості та можливості використання у якості матеріалу, що деформують, на сьогодні відсутні.

За рівнем пластичних властивостей ($\delta = 20...30\%$, $\psi = 18...33\%$) [3], бронза БрО3А3 мала б належати до числа деформованих. Виходячи з цього, в роботі дослідили здібність до прокатки цієї бронзи.

Методика дослідження. Випробування бронзи БрО3А3 (вміст Sn та Al в межах 3...4 % кожного) проводили на литих зразках з розмірами 200×100×10 мм.

Дослідження здібності до прокатки проводили на лабораторному стані «кварто» з діаметром робочих валків 150 мм та частотою обертання холодних валків під час прокатування 32 об/хв. Початкова температура зразків під час прокатування складала 20, 600 та 800 °С.

Після прокатки вимірювали зміну розмірів зразків та розраховували їх середнє значення і коефіцієнт витяжки (λ) за формулою:

$$\lambda = \frac{F_0}{F_1} = \frac{h_0 b_0}{h_1 b_1}, \quad (1)$$

де h_0 , b_0 – початкова висота та ширина зразків; h_1 , b_1 – кінцева висота та ширина зразків; F_0 , F_1 – початкова та кінцева площа зразків.

Під час прокатки проводили вимірювання енергосилових параметрів, а саме сили прокатки (P) із застосуванням месдоз, які у свою чергу були відтаровані з використанням гідравлічного ручного десятичного преса. Для отримання значень вимірювань використовували аналоговий цифровий перетворювач AKOH WAD-AIK-USB-TENZO з максимальною частотою 1200 Гц. Виміри сили проводили із частотою 400 Гц, що дало змогу отримати значення вимірюваних параметрів у реальному часі та адекватно оцінити силові параметри при деформації зразків.

Якість зразків, які були оброблені тиском, оцінювали візуально.

Механічні властивості досліджуваних сплавів після прокатки розраховували за результатами відповідних випробувань механічно оброблених зразків прямокутного поперечного перерізу при їх статичному одноосьовому розтягуванні й ударному вигині при нормальній температурі.

Результати досліджень. За результатами досліджень встановлено, що за результатами візуального оцінювання, в експерименті мали місце системні розшарування та/або розтріскування дослідних зразків при всіх режимах деформаційного впливу.

Аналіз мікроструктури деформованих зразків (див. рис. 1) свідчить про те, що розвиток будь-яких тріщин руйнування, в тому числі і магістральних, у випадку деформаційного впливу на БрОЗА3 відбувається за міждендритними ділянками, що вміщують хімічну сполуку.

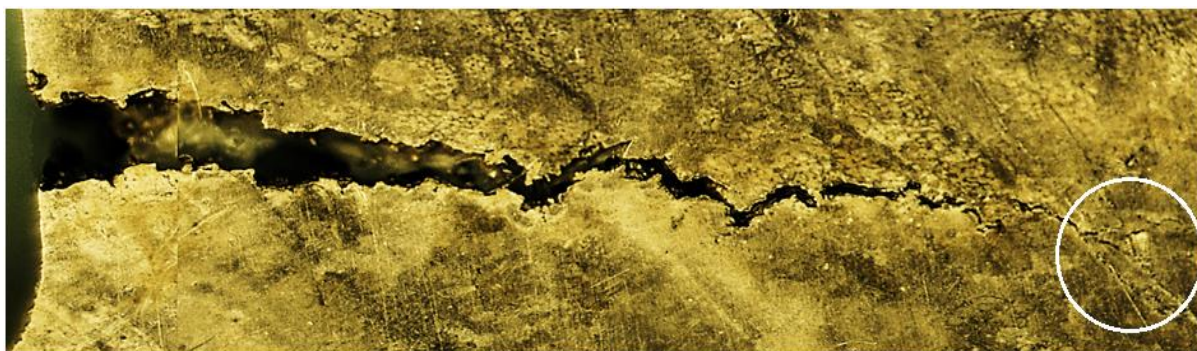
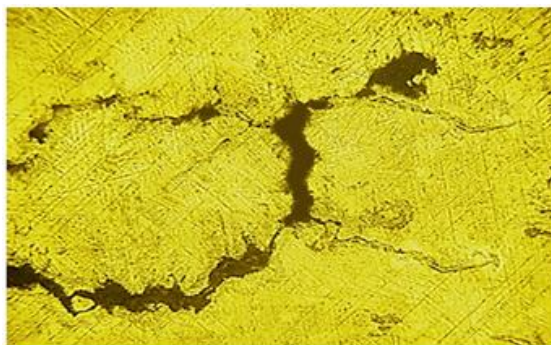


Рисунок 1 – Панорамне зображення ($\times 35$) розвинутої магістральної тріщини із зоною гальмування (помічено білим колом)



**Рисунок 2 – Мікроструктура
($\times 200$) кінцевої ділянки
гальмування магістральної
тріщини відповідно до панорами
на рис. 1, що помічено білим
колом**

Результати мікроструктурного аналізу (див. рис. 2) свідчать про наявність у кінцевій частині тріщини, що розвивається у міждендритній структурній ділянці, другої у цій системі фази β -Cu₅Sn. Очевидним є факт, що при неприпиненні впливу на зразок деформаційного навантаження, подальший розвиток руйнування бронзи відбувався б безпосередньо за цією зоною розташування хімічної сполуки Cu₅Sn, тобто за міждендритними ділянками.

В таблиці 2 наведені дані порівняльних характеристик механічних властивостей бронзи БрО3А3 у вихідному (литому) та деформованому станах.

Таблиця 2 – Механічні властивості бронзи БрО3А3

Стан	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU, Дж/см ²
Литий	220-300	20-30	57-62
Після прокатки	245-330	18-31	53-70

Аналіз даних таблиці 2 свідчить про те, що після пластичної деформації бронза БрО3А3 має практично аналогічні рівні показників механічних властивостей щодо відповідних значень у литому стані. Тобто, пластична деформація бронзи БрО3А3 не призводить до підвищення рівня показників міцності.

Висновки.

1. Розшарування та розтріскування бронзи БрО3А3, відповідно до даних наявних досліджень, пов'язане з двофазним характером її структурного стану – металевого твердого розчину α -Cu і твердої та крихкої хімічної сполуки Cu₅Sn, яка формується за встановленим в роботі механізмом. При цьому, деформована бронза БрО3А3 має ідентичні показники механічних властивостей щодо відповідних значень у литому стані. Це означає, що, в даному випадку, деформаційні процедури не додають зміцнювання матеріалу за рахунок наклепу зразків.

2. Використання бронзи БрО3А3 можна рекомендувати виключно у якості ливарного матеріалу.

Посилання

1. Грешта В.Л., Лисиця О.В., Степанова Л.П. Кольорові метали та сплави на їх основі : навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. 286 с.
2. Афтанділянц Є. Г, Зазимко О. В., Лопатько К. Г. Матеріалознавство : Підручник. Київ.: Вища освіта, 2012. 548 с.
3. Кімстач Т.В., Узлов К.І., Реп'ях С.І., Солоненко Л.І., Осіпенко І.О. Функціональні залежності між показниками механічних властивостей та хімічним складом олов'яно-алюмінієвої бронзи. Системні технології. 2022. № 4 (141). С. 27–41. URL: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/issue/view/124/98>.

BUSINESS IMAGE OF THE ENTERPRISE AS A KEY FACTOR OF ITS COMPETITIVENESS

*PhD (Economics), Assoc. Prof. O.L. Faizova,
PhD (Economics), Assoc. Prof. S.O. Faizova, post-graduate student I.V. Motiakin
Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine*

Introduction. The growing influence of communication flows on the life of a person, an enterprise, the state, and the international economy turns the image of the enterprise into a key factor in its competitiveness. In modern conditions, the image of the enterprise becomes an independent strategically important resource, therefore it should be considered one of the competitive advantages and an important strategic factor of success, competitiveness of the enterprise on the domestic and international markets.

Main body. As a result of the analysis of the methodological basis for evaluating the image of the enterprise [1; 2; 3; 4] concluded regarding the need to choose such a methodology that corresponds to the purpose, features of the object and the interests of the subjects of image assessment and considers the specifics of domestic enterprises, including the industry. Leading enterprises of the domestic industry are mainly value-oriented enterprises. Their competitiveness and image on international markets directly depend on the pace and efficiency of innovation and investment processes. In the conditions of intensifying competition for investment capital, leading domestic companies strive to increase investment attractiveness in the eyes of potential investors.

So, as a basis for assessing the image of a domestic value-oriented enterprise, we chose the normative method of integral assessment of the investment attractiveness of enterprises and organizations [5]. It involves determining the financial and economic status of the enterprise based on financial reporting data and includes the calculation of a group of indicators, the choice of which depends on the goals set by the investor [5].

According to this approach, image assessment should consider assessment of financial performance, financial stability, and liquidity; results of analysis of business activity and profitability; scale of business; market indicators.

Let's consider the sequence of calculating the integral index of the image of a value-oriented enterprise using the example of MF "Favourit Plus" LLC, which is one of the leaders of Ukraine among meat processing enterprises and aims to become a European-level enterprise. In the process of expert selection, the primary composition of local indicators for assessing the corporate image of the enterprise was formed [6]. The basis of their formation is the concept of a Balanced Scorecard - BSC, which arose as a system for assessing the value and efficiency of the enterprise's work, which uses measures of tangible and intangible factors of creating its value. The rationale for evaluating the image of a value-oriented enterprise based on the BSC concept is that a positive image of an industrial enterprise creates additional value that allows it to gain an advantage over competitors.

The value or market value of the enterprise from the perspective of potential buyers - the investment community - like the value of any product - is determined by cost (the source of which is also intangible assets) and utility. Utility for consumers (financial and non-financial investors) is the ability of the enterprise to produce future value, that is, it is measured by the intellectual capital of the enterprise, the value of intangible assets, primarily unidentified. In fact, this is emphasized by the Stern Stewart consulting company, which in the structure of the total market value of the enterprise distinguishes the concept of current value ("market value from the standpoint of the unchanged current state of affairs") and its actual market value ("value determined by the market, based on the potential of the enterprise, which ensures its growth in the future") [7, p. 43].

Considering the target orientation of using the BSC as an image assessment tool, the "publicity level" of the enterprise, which demonstrates the "transparency" of the value growth potential, was chosen as an integrating non-financial indicator of the quality of management of a value-oriented organization. The calculation of the level of publicity was carried out in percentages based on the assessment of the possibility / impossibility of obtaining the necessary information for each of the evaluation indicators and for the level of corporate governance from open sources according to the formula:

$$Pn = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{2k} 100\%, \quad (1)$$

where k is the number of selected indicators; X_i - expert assessment of the possibility of obtaining information on the i-th indicator from open sources.

According to the "training and development" projection of the balanced scorecard, the level of publicity takes the maximum value of 100% in the case of the presence of financial and non-financial data on the company's official website. The obtained percentage value is additionally divided by "2" if access to

information is difficult or the company's statement about openness of information is declarative.

In further calculations of the integral indicator of the level of corporate image, either the normative values/data of the analogue enterprise or the calculated indicators of the given enterprise for the previous period are used as base values.

The determination of the assessment of each of the selected indicators is calculated according to the formula:

$$Y_i = \left(\frac{K_i}{N_i} - 1 \right) \times x, \quad (2)$$

where Y_i is the estimate of the i -th indicator; K_i is the actual value of the i -th financial and economic indicator; N_i is the normative (recommended) value of the i -th indicator; x - takes the value 1, if an increase in the value of the indicator has a positive effect on the company's image, and "-1", if it has a negative effect.

Since all the selected indicators as indicators of the corporate image have different significance, and since exceeding the actual values of these indicators above the normative/recommended ones has a positive effect on the overall level of the corporate image, the formula of the statistical convolution was chosen as the formula of the weighted arithmetic average to determine the value of the integral indicator (3):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \times Y_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}, \quad (3)$$

where λ_i is the coefficient of significance of the i -th indicator.

The level of the enterprise's corporate image is higher, the closer the value of the index I is to 1:

Since the denominator of the integral indicator is always equal to 1, formula 3 takes the following form:

$$I = \sum_{i=1}^n \lambda_i \times Y_i. \quad (4)$$

Further interpretation of the results of the image rating assessment was carried out according to the rating scale (Table 1). It allows you to identify the level of image and competitive position of the enterprise according to the following criteria: assessment by the investment community of the prospects for the growth of the enterprise's value, the degree of maturity and quality of the enterprise's corporate management, the level of financial and economic efficiency and the probability of bankruptcy, i.e., the degree of riskiness of potential investors.

The analysis based on the results of the convolution and the determination of the integral indicator according to the rating system revealed a satisfactory level of the business image of MF "Favorite Plus" LLC ($I = - 0.1042$ according to the

results of financial reporting and management accounting data for 2020-2022 [6]). Regarding image management, the recommended strategy is to improve it and raise the level of all its parameters, including through the implementation of innovative management practices, namely BSC.

Table 1. Rating assessment of a value-oriented enterprise according to the level of corporate image [compiled by the authors]

Indicator	Rating	Characteristic	Direction of adjustment
$\geq 0,51$	High	High prospects for the growth of the market value and increase in the yield of securities. A strategically oriented company with high quality corporate management. Stable financial condition and high efficiency of the enterprise. Minimal investment risk.	Support strategy Increasing the level of parameters that received lower ratings. Maintaining the achieved level, control, and constant monitoring of the situation.
0,01 – 0,50	Sufficient	The financial and economic condition of the enterprise is characterized by stability. The probability of bankruptcy is low. The level of corporate management inspires the confidence of investors. There are significant reserves for improving the results of financial and economic activity and increasing the market value. Moderate riskiness of potential investors.	Improvement strategy The indicator has prospects for improvement, the search and analysis of specific shortcomings and corrective actions are necessary.
0 – (–0,30)	Satisfactory	The reliability of the enterprise is suspicious, the level of solvency is insufficient. There is some potential for market value growth. A qualitative transformation of the corporate management model is necessary. Significant riskiness.	Improvement strategy The indicator has a positive character but requires analysis and raising the level of all its parameters.
–0,31 – (–0,60)	Insufficient	The financial condition of the enterprise is unstable. There is a high probability of bankruptcy. It is necessary to develop a comprehensive program of improvement of the enterprise. High level of risk.	Creation strategy The indicator begins to take on a negative character.

Conclusion. Considering the company's image as an element of competitive advantage means changing its place and role among the company's resources. An improved method of assessing the image of a value-oriented enterprise, which, unlike the known ones, involves the calculation of an integral index of the enterprise's corporate image based on a Balanced Scorecard.

A comprehensive assessment of the indicator takes into account the following positive characteristics and rationale for the choice: a significant orientation to the expectations of the investment community; the possibility of taking into account the contribution of the enterprise's intellectual capital to the creation of its future value; ease of calculation and availability of perceiving the logic of the indicator at all levels of management; the ability to navigate the key factors of value creation and the value image of the enterprise to lower levels of management.

References

1. Vazhenina I.S. Image and reputation of the organization: economic content, formation and assessment / I.S. Vazhenina // Marketing in Russia and abroad. – 2010. – No. 1. – P. 136–142.
2. Shkardun V. D. Evaluation and formation of the corporate image of the enterprise / V. D. Shkardun, T. M. Akhtyamov // Marketing in Russia and abroad. – 2001. – No. 3. – P. 68–77.
3. Ksyondz S. V., Yaskal I. V., Madei I. K. Conceptual approaches to the quantitative determination of the image of the enterprise. Efficient economy. – 2013. —No. 3. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1894>
4. Fedorova V. A. Determination of the generalized level of the image of the enterprise / V. A. Fedorova // Problems and perspectives of the development of entrepreneurship: Collection of scientific papers of the Kharkiv National Automobile and Road University. - Kharkiv: HNADU. – 2016. – No. 3 (14), volume 1. – P. 92–97.
5. Methodology for integral assessment of the investment attractiveness of enterprises and organizations: App. By order of the Bankruptcy Prevention Agency No. 22 of November 23, 1998// State information bulletin on privatization - 1998. - No. 7. - P. 18 - 28.
6. Information LLC MF "Favourit plus" / [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.mffavorit.dp.ua/ru/factory>
7. Phelps Bob. Smart business indicators: Performance measurement system as an important element of management: Trans. with English - Dn-sk: Balance Business Books, 2004. - 312.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОЗРАХУНОК ВТРАТ ЕНЕРГІЇ В ВИХРОВИХ КАМЕРАХ З ВІЯЛОВИМИ РОЗПИЛЮВАЧАМИ

Зав. лабораторії, викладач С.О. Фалько

***Відокремлений структурний підрозділ «Шосткинський фаховий коледж
імені Івана Кожедуба Сумського державного університету»,
м. Шостка, Україна***

Для реалізації цього шляху розрахунків використовується комплексна програма обчислень. У програмі виконуються послідовно слідуючі етапи:

1. Задаються:

Напір рідини Q в збірнику вихрового апарату; в'язкість – μ ; поверхневий натяг – σ і щільність рідини – ρ ; діаметр отворів витікання – D_s ; експериментальний сумарний коефіцієнт φ швидкості витікання рідини в системі: отвір – поверхня плівкоутворювача; загальна кількість пластин – N_{BP} що використовуються в віяловому розпилювачі; кут установки пластин – α ; довжина кожної плівкоутворюючої пластини – L_1 ; в'язкість, щільність та швидкість газу – μ_g, ρ_g, u_g ; експериментальна функція розподілу крапель за розмірами у вигляді масиву залежностей $f_{nk} = \Delta n/n$ від d_{ki} .

Окремо задаються граничні умови: висота вихрової камери – H_{Bk} і горизонтальна довжина вихрової розпилювальної камери L_{Bk} .

2. Вирішується система рівнянь, що описує характеристики розтікання плівки рідини на статичному плівкоутворювачі. З неї знаходяться: u_0 – швидкість сходження плівки з крайок плівкоутворювача, яка згідно з раніше сказаним дорівнює початковій швидкості u_0 , з котрою краплі починають свій рух у газовій фазі; ширина плівки b ; товщина h кожної плівки рідини; об'ємна витрата Q_1 рідини через кожен отвір витікання.

3. Після цього знаходиться загальна об'ємна витрата Q рідини на всіх плівко утворювачах:

$$Q = Q_1 N_{BP} L_1 / b \quad (1)$$

У цій формулі L_1/b – кількість плівок на кожному плівкоутворювачі, а N_{BP} – кількість всіх плівкоутворювачів.

4. За табульованою функцією розподілу або з експериментального графіка фіксуються мінімальний $d_{k \min}$ і максимальний $d_{k \max}$ розміри зареєстрованих крапель.

Розподіл крапель за розмірами ділиться на N інтервалів – кроків підсумовування (досить велика кількість!). Позначимо інтервал – крок підсумовування через Δd_{ki} :

$$\Delta d_{ki} = d_{k(i+1)} - d_{ki}$$

Прийmemo цей інтервал – крок підсумовування постійним для всіх N інтервалів.

5. Використовуємо початковий діаметр краплі $\Delta d_{ki} = \text{const}$ при $i=1$ з першого інтервалу – кроку та початкові складові швидкості краплі по осі OX при $x=0$:

$$u_{0x} = u_0 \sin \alpha,$$

а по осі OY при $y=0$:

$$u_{0y} = u_0 \cos \alpha, \quad (2)$$

де кут α – кут між вертикаллю і площиною пластини.

Потім беруться початкові розміри крапель з усіх наступних інтервалів розмірів для $i=2, 3, \dots, N$ і підрахунок проводиться знову.

На виході отримуємо:

Значення середнього часу τ , падіння крапель розміром d_{ki} (час знаходження крапель цього розміру в вихровій камері);

Швидкості u_{ki} та v_{ki} руху крапель в цьому інтервалі;

Кінцеві значення x_{kiM} та y_{kiM} – координати точок падіння крапель i -го інтервалу розмірів в вихровій камері.

6. Визначимо середню масу сферичних крапель, що знаходяться в i -тому інтервалі розмірів при їх вільному русі в газовому потоці в вихровій камері.

Функція розподілу крапель за розмірами має вигляд:

$$f_{nk}(d_{ki}) = \frac{\Delta n_{ki}}{n},$$

де n – загальна кількість крапель у досліджуваній вибірці; Δd_{ki} – кількість крапель, розміри яких знаходяться в інтервалі $\Delta d_{ki} = d_{k(i+1)} - d_{ki}$.

З цього виразу обчислюється кількість Δn_{ki} , крапель рідини в i -тому інтервалі розмірів:

$$\Delta n_{ki} = n_k f_{nki} \quad (3)$$

В (3) f_{nki} – значення функції розподілу відповідне діаметру крапель d_{ki} (тобто i -тому інтервалу розмірів крапель – кроку підсумовування), а n_i – загальна кількість крапель.

При подальших розрахунках під $\dot{n}_{ki}$ будемо мати на увазі загальну кількість всіх крапель рідини, які постійно перебувають (рухаються, вітають) в вихровій камері.

Введемо поняття швидкості виникнення (народження) крапель, значення якого чисельно дорівнює кількості всіх крапель рідини, які виникають, (народжуються) в одиницю часу в вихровій камері при розпиленні плівок після сходу їх з плівкоутворювача.

Позначимо швидкість виникнення крапель через $\dot{n}$ (точка означає похідну за часом $\dot{n} = dn/dt$).

Кількість n_{ki} , крапель i -го розміру, які знаходяться всередині вихрової камери, дорівнює помноженню швидкості виникнення нових крапель i -го розміру на час τ_i їх руху в камері (на час падіння крапель):

$$n_{ki} = \dot{n}_{ki} \tau_i \quad (4)$$

Знаходимо об'єм ΔV_{ki} кожної краплі рідини з i -го інтервалу розмірів (діаметрів d_{ki}) крапель:

$$\Delta V_{ki} = \frac{\pi d_{ki}^3}{6}$$

Запишемо вираз для маси Δm_{ki} , яку мають краплі рідини середнього діаметру d_{ki} і які постійно перебувають в вихровій камері.

Ця маса дорівнює щільності ρ рідини, помноженої на об'єм ΔV_k краплі і на кількість крапель n_{ki} .

$$\Delta m_{ki} = \rho n_{ki} \frac{\pi d_{ki}^3}{6},$$

де n_{ki} – кількість крапель рідини, які постійно перебувають в вихровій камері.

Враховуючи (4) останній вираз можна записати так:

$$\Delta m_{ki} = \rho \dot{n}_{ki} \tau_i \frac{\pi d_{ki}^3}{6},$$

Використовуючи (3) це вираження можна записати, як:

$$\Delta m_{ki} = \rho \dot{n}_k f_{nki} \tau_i \frac{\pi d_{ki}^3}{6}, \quad (5)$$

Тут $\dot{n}_k$ – швидкість виникнення крапель всіх розмірів при розпиленні плівок рідини в вихровій камері.

Цю величину можна пов'язати з витратою рідини. Загальна витрата рідини дорівнює сумі часних витрат рідини, утворених кожним з усіх i -х розмірів крапель:

$$Q = \dot{V} = \sum_{i=1}^N Q_i,$$

де N – кількість кроків-інтервалів підсумовування, Q_i – витрати рідини, пов'язані з діаметром крапель d_{ki} (крапель i -го інтервалу підсумовування).

Запишемо суму окремих i -х витрат від окремих груп крапель, розміри яких розбиті на N інтервалів:

$$Q = \dot{V} = \sum \dot{V} = \sum_{i=1}^N \dot{n}_{ki} \frac{\pi d_i^3}{6}$$

Згідно (3) це вираження можна переписати наступним чином:

$$Q = \sum_{i=1}^N \dot{n}_k f_{nki} \frac{\pi d_i^3}{6}$$

З цього виразу знаходимо загальну кількість крапель:

$$\dot{n}_k = \frac{Q}{\sum_{i=1}^N \left(f_{nki} \frac{\pi d_i^3}{6} \right)} = \frac{6Q}{\sum_{i=1}^N (f_{nki} \pi d_i^3)} \quad (6)$$

Підставляючи це значення в (5), знаходимо масу крапель i -го розміру, які постійно перебувають (витають) в вихровій камері:

$$\Delta m_{ki} = \rho \frac{6Q\tau_i}{\sum_{i=1}^N (f_{nki} \pi d_i^3)} \frac{f_{nki} \pi d_{ki}^3}{6} = \frac{\rho Q\tau_i f_{nki} \pi d_{ki}^3}{\sum_{i=1}^N (f_{nki} \pi d_i^3)} \quad (7)$$

7. Для визначення перепаду тиску використовуємо:

$$\Delta P = \frac{\Delta W}{\Delta V} \quad (8)$$

Збільшення кінетичної енергії ΔW_{ki} крапель діаметром d_{ki} становить величину, що дорівнює:

$$\Delta W_{ki} = \frac{m_{ki}(u_{ki}^2 - u_0^2)}{2} \quad (9)$$

де u_{ki} – кінцева швидкість краплі діаметром d_{ki} , а u_0 – x -ва складова швидкості сходу плівки з пластини віялового розпилювача (знаходяться з рішень систем рівнянь (2) і (4)).

Ця енергія, отримана краплями i -го інтервалу за рахунок зменшення енергії газового потоку.

Знаходимо енергію $\Delta W_{\sigma i}$, яка витрачається газовою фазою на створення вільної поверхні контакту фаз за рахунок крапель вибраного i -го інтервалу діаметрів:

$$\Delta W_{\sigma i} = \sigma n_{ki} \pi d_{ki}^2 = \sigma n_k f_{nki} \pi d_{ki}^2 \quad (10)$$

Сумарні (але найменші!) втрати енергії при взаємодії газової фази з краплями діаметру d_{ki} , (з краплями i -го інтервалу діаметрів) становитимуть величину, не меншу, ніж:

$$\Delta W_i = \Delta W_{ki} + \Delta W_{\sigma i} \quad (11)$$

Перепад тиску ΔP , в газовій фазі, обумовлюється взаємодією крапель із середнім розміром d_{ki} , згідно (8), дорівнює об'ємній щільності енергії, втраченої газовим потоком при взаємодії його з краплями цього інтервалу розмірів.

Загальний перепад ΔP тиску в вихровій камері дорівнює сумі втрат, обумовлених усіма розмірами крапель рідини у всіх N інтервалах:

$$\Delta P = \sum P_i = \sum \frac{\Delta W_i}{\Delta V_i} = \sum_{i=1}^N \frac{\Delta W_{ki} + \Delta W_{\sigma i}}{L_1 x_{iM} y_{iM}} \quad (12)$$

де ΔW_{ki} та $\Delta W_{\sigma i}$, знаходяться з (9) і (10); $L_1 x_{iM}$ – об'єм ΔV -тої частини вихрової камери, в якому відбувається втрата енергії газового потоку при взаємодії його з краплями i -го інтервалу розмірів; x_{iM} і y_{iM} – максимальні координати: довжина польоту краплі діаметром d_{ki} та відповідна висота падіння цієї ж краплі усередині вихрової камери; L_1 – довжина

плівкоутворювача; N – загальна кількість інтервалів між мінімальними та максимальними розмірами крапель при розпиленні плівок рідини віяловим розпилювачем.

За умови самої інтенсивної роботи вихрової камери, перепад тиску, який припадає на одну пластину віялового розпилювача, складає величину менше $2\text{ мм рідинного стовпа}$ або менше 20 Па .

Результати розрахунків ΔP на EOM і реальні величини, отримані в промислових умовах роботи вихрових камер з плівковими розпилювачами, збігаються з точністю приблизно 10–15%.

В розрахунках не враховуються втрати тиску при русі газового потоку в сухій вихровій камері і додаткові втрати на вході і виході з вихрової камери. Такі втрати тиску складають $10 - 40\text{ мм. рід.ст}$ ($100 - 400\text{ Па}$) на весь тепломасообмінний апарат в залежності від його конструкції. Не враховані також втрати тиску в краплеуловлювачі, якщо його передбачено по промисловій технології відразу після вихрової камери, або вбудовано в саму вихрову камеру.

Висновки

Наведений розрахунок втрат енергії в вихрових камерах показує, що камери з віяловими розпилювачами як тип тепломасообмінного обладнання мають потенційні можливості стати одними з конкуруючих енергозберігаючих контактних апаратів для проведення різних тепломасообмінних процесів з найменшими витратами енергії.

Посилання

1. Черняк Л.М., Зимак Ю.А. Гидродинамика движения дисперсной жидкой фазы при пневмопленочном распылении, Киев, //Современные проблемы прикладной физики. Сборник научных трудов. Министерство образования Украины, – 1992, – 221–234 с.
2. Черняк Л. М., Фалько С. О., Самков О. В. Стенд для вивчення гідродинамічних параметрів вихрових апаратів //Матеріали та програма науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів фізико-технічного факультету: присвяченої Дню науки в Україні та 60-річчю СумДУ, 21-24 квітня – Суми: СумДУ, – 2008, Т.1, – 75–76.
3. Черняк Л. М., Фалько С. О. Дисперсний склад крапель у факелі, утвореним віяловим розпилювачем при диспергуванні малов'язких рідин, «Восточно-европейский журнал передовых технологий», 4/5 (46), – 2010, – 16–19 с.
4. Черняк Л. М., Фалько С. А. Расчет начальной толщины пленки идеальной жидкости при падении одиночной струи на плоскость, Харків, «Вісник національного технічного університету ХПІ», №31, 2011, 68-73 с.
5. Хансуваров К.И., Цейтлин В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара. М.: Издательство стандартов, 1990 г., 287 с.

ІННОВАЦІЇ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ХАРЧОВИХ СИСТЕМ ЯК СКЛАДОВІ ТРАНСФОРМАЦІЇ РИНКУ

*Доц., канд. техн. наук Т.Г. Філінська, ст. викладач А.О. Філінська,
ст. викладач В.І. Гуцалова*

***Український державний університет науки і технологій м. Дніпро,
Україна***

Дослідженню проблем харчової галузі, як однієї із стратегічних для України, її інноваційному розвитку та ефективному застосуванню цифрових технологій приділяється велика увага [1].

Забезпечення населення продовольством впливає на добробут і здоров'я людей. Весь ланцюг з виробництва харчових продуктів у контексті «від лану до столу» тісно пов'язаний з низкою суміжних галузей, впливає на навколишнє середовище, дуже чутливо реагує на кліматичні зміни та інші виклики, такі як пандемія та війна. Остання призвела до суттєвого порушення продовольчої системи як в Україні, так і в інших залежних від нашої продовольчої сировини країнах. Питання повоєнного відродження економіки значною мірою потребуватимуть і розроблення ефективних заходів щодо трансформації продовольчих систем, які були окреслені до війни Указом президента №41 від 7 лютого 2022 року [2,3]. Серед пріоритетних напрямків можна виділити: здорове і доступне харчування, якість та безпечність продуктів, дружні до довкілля виробництва, а також стійкі до ринкових коливань. Впровадження в харчовій галузі інновацій має враховувати весь комплекс поставлених завдань.

Харчові продукти являють собою багатокомпонентні системи, рецептурний склад яких постійно змінюється, враховуючи запити найвибагливіших споживачів. Як гетерогенні системи, що містять різні за агрегатним складом компоненти, вони потребують наукового підходу у вивченні властивостей та можливих трансформацій в процесі виготовлення, зберігання, транспортування та вживання. Здорове харчування забезпечується збалансованими за нутрієнтним складом продуктами, у тому числі з додаванням функціональних добавок різного призначення. Актуальними є питання екологічної безпеки, енергозбереження і використання вторинних матеріальних ресурсів.

Зменшення екологічного тиску на довкілля для харчової галузі на сьогодні є досить актуальним. Надмірне використання полімерних пакувальних матеріалів і тари супроводжується великою кількістю відходів, які потребують утилізації, а краще – перероблення. Повторне використання полімерних відходів для виготовлення тари є не лише екологічним, а й має економічне підґрунтя. Та при цьому відкритим залишається питання дослідження безпечності використання полімерних матеріалів, виготовлених з вторинної сировини для пакування харчової продукції на предмет міграції з них у продукти токсичних компонентів [4].

Ресурсозберігаючі технології спрямовані на ефективне використання сировини, зменшення відходів і пошуку нових сфер їх застосування. На прикладі підприємств з видобування і переробки олії можна побачити широкі можливості використання відходів (лушпиння, шроту, макухи, соапстоків та ін.) в харчовій і технічних галузях промисловості [5].

Та найширші можливості відкриваються для впровадження продуктових, або рецептурних інновацій. Саме вони сприяють постійно зростаючому асортименту продукції, виведенню на харчовий ринок особливих груп продуктів для цільового споживача. Сучасні покупці, маючи доступ до інформації, змінюючи свої підходи до харчування, змушують виробників постійно розробляти і впроваджувати у виробництво саме продуктові інновації. Зміна способу життя, самоосвіта, зацікавленість споживачів у якісних і безпечних продуктах з додатковими профілактичними, а іноді і лікувальними властивостями, збільшила попит на низькожирну продукцію зі зменшеним вмістом транс-ізомерів, холестерину та хімічних харчових добавок, і заміну останніх на природні аналоги. Лише на прикладі такого широко вживаного багатокomпонентного харчового продукту, як майонез, можна визначити безліч можливостей щодо впровадження рецептурних інновацій. Серед них: збалансований жирнокислотний склад, збагачення рослинними білками, додавання низки таких корисних інгредієнтів, як пробіотики, пребіотики, природні антиоксиданти, фітостерини, харчові волокна, гідроколоїди та ін. [6,7].

Інновації в харчовому секторі мають свої проблеми, оскільки процес розробки не лише фокусується на технології продуктів, а й відстежує поведінку споживачів, щоб вона відповідала їхнім вимогам. Розуміння харчової поведінки, включаючи спосіб життя та соціокультурні впливи, має вирішальне значення для прийняття споживачами нових продуктів харчування та дає суттєві переваги новаторам при розробці продуктів харчування майбутнього. Була розроблена система Smart Food Recipe System (SFRS) – система «розумних» рецептів харчових продуктів для розширення можливостей інновацій у галузі харчових продуктів. SFRS спроектована як сховище рецептів тайських страв для моніторингу та аналізу тенденцій з функціями пошуку та порівняння. Очікується, що SFRS надасть такі переваги, як розуміння та підказки, які потенційно надихають новаторів на розробку майбутніх продуктів харчування [8].

Висновки

1. До національних пріоритетів трансформації продовольчих систем віднесено здорове і доступне харчування, якість і безпечність продукції, екологічність виробництва та ін.
2. Наповнення ринку харчових продуктів, розширення асортименту, виробництво продукції функціонального призначення для споживачів з різноманітними запитами і різного рівня достатку потребує спільних зусиль науковців, дослідників і виробників.

3. Актуальною є потреба використання цифрових технологій у дослідженні попиту споживачів, їх реакції і ступінь сприйняття нових продуктів.

Посилання

1. Карковська В.Я. Цифрова трансформація харчової промисловості: Управлінський аспект / В.Я. Карковська, Ю.М. Дзюрах // Наукові інновації та передові технології. – 2023. – № 4(18). – С. 66–78. – Режим доступу: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-4\(18\)-66-78](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-4(18)-66-78).
2. Яцун Л. М. Напрями повоєнного відродження та трансформації до сталого розвитку продовольчих систем. Управління розвитком соціально-економічних систем: Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 20-21 квітня 2023 року). Харків: ДБТУ, 2023. С. 66-69. Режим доступу: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/32220>.
3. Питання національних пріоритетів трансформації продовольчих систем в Україні. Указ Президента України, м. Київ 7 лютого 2022 р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/41/2022#Text>.
4. Павлюк С., Філінська Т., Суха І., Філінська А. (2023) Дослідження безпечності використання ПЕТ пляшок з вторинної сировини для пакування харчових продуктів. *Технічні науки та технології*, (4 (34), .
5. Суха І.В., Митрофанова А.М., Філінська Т.Г., Філінська А.О. Ресурсозбереження і екологічна безпечність виробництва соняшникової олії. / Міжнародна наукова інтернет-конференція «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 53)» / Збірник тез доповідей: випуск 53 (м. Тернопіль, 16 листопада 2020 р.). – Частина 2. – Тернопіль. – 2020. – С. 65-68.
6. Mirzanajafi-Zanjani M, Yousefi M, Ehsani A. Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce. *Food Sci Nutr*. 2019 Jul 18;7(8):2471-2484. doi: 10.1002/fsn3.1132. PMID: 31428335; PMCID: PMC6694423.
7. Філінська, Т., Філінська, А., Павлюк, С. (2023). Дослідження властивостей функціональних добавок рослинного походження для майонезної продукції. *Технічні науки та технології*, (2 (32), 282–288. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2\(32\)-282-288](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2(32)-282-288).
8. Thirawut Phichonsatcha, Duanghathai Pentrakoon, Nathasit Gerd Sri, Akkharawit Kanjana-Opas. Development of a Smart Food Recipe System to Enhance Food Innovation Opportunities. *Academy of Strategic Management Journal*. 2021 Vol: 20 Issue: 6S.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРУ ДОВЖИН ПРОКАТУ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО РОЗКРОЮ НА БЕЗПЕРЕРВНО-ЗАГОТОВОЧНИХ СТАНАХ

*Доц., канд. техн. наук В.Я. Хижняк, доц., канд. пед. наук Є.О. Модло,
асистент О.В. Литовченко*

*Державний університет економіки і технологій,
м. Кривий Ріг, Україна*

Постановка завдання

Готова продукція, що виходить із останньої кліті чистової групи БЗС гарячої прокатки, в основному представлена квадратом 80 довжиною в межах 120,...,170 м [1]. Час прокатки, враховуючи паузу між подачею металу в стан, не більш 50 секунд.

Методичні печі сортових станів приймають заготовки довжиною 10,5,..., 11,5 м. Тому після чистової групи БЗС установлені летучі ножиці (ЛН), на барабанах яких є ножі, що виходять на різ один раз за два їх оберти. При роботі БЗС барабани обертаються постійно. Зміною швидкості обертання барабанів регулюється довжина заготовки, що відрізається.

Це зроблено для можливості створення безвідхідних систем розкрою.

Під терміном безвідхідний мається на увазі розкрій, при якому відсутні «коротиші», тобто утворення останньої штанги довжиною менше 10,5 м.

Робота систем розкрою зводиться до виконання наступних дій :

1. Вимір довжини прокату, що виходить із останньої кліті чорнової групи БЗС.

2. Розрахунки очікуваної довжини прокату на виході чистової групи.

3. Розрахунки розкрійного плану (кількість і довжини штанг) на виході ножиць з урахуванням величин технологічної обрізки переднього й заднього дефектних кінців металу, що прокочується (зачищення).

4. Реалізація розрахункового плану з виміром фактичних довжин кожної штанги й видача результатів розкрою із прив'язкою до дати й часу в цеховий сервер.

5. Коректування розкрійного плану за результатами виміру довжин перших двох відрізаних штанг і його реалізація.

Таким чином, робота систем розкрою значною мірою залежить від точності виміру довжин прокату. Нижче викладений підхід, що забезпечує мінімізацію похибок виміру.

Пропоноване рішення завдання

При прокатці металу виникає явище випередження [2] – збільшення швидкості металу, віднесене до окружної швидкості валків:

$$S = (V_1 - V_v) / V_v, \quad (1)$$

де V_1 – швидкість прокату на виході з валків; V_v – окружна швидкість валків.

На випередження впливає ряд факторів - величина обтиснення, діаметр валків, коефіцієнт тертя, температура й марка сталі металу. Величина випередження при прокатці металу у валках клітей БЗС і ДС лежить у межах 3- 10%.

Якщо використовувати в якості датчика швидкості прокатки, наприклад, датчик швидкості обертання валків із системи керування приводом, то через випередження виникає погрішність виміру.

Приведемо приклад. Нехай на ЛН задана довжина штаги 10,75 м. фактична швидкість прокатки 6,5м/сек., фактичний час між сусідніми різаними $10,75/6,5 = 1,654$ сек., випередження 5%.

Датчик швидкості із привода видає її величину $V_{пр} = 6,5 \times 0,95 = 6,175$ м/сек. і контролер (див. нижче) надасть інформацію про довжину штанги не 10,75 м, а $1,654 \times 6,175 = 10,21$ м, тобто з абсолютною погрішністю в 0,54 м.

У зв'язку з наявністю випередження, слід вимірювати фактичну швидкість руху металу на виході валків ($V_{прп}$), наприклад, шляхом виміру часу проходження переднім кінцем прокату відстані між осями валків останніх клітей і фотореле (див.рис.1), використовуючи при цьому датчик наявності металу (ДНМ) у валках клітей [3] у такий спосіб.

$$V_{прп} = L / (t_{пфр} - t_{пднм}), \quad (2)$$

де L – відстань між осями валків двох суміжних клітей,

$t_{пфр}$ – момент часу видачі сигналу ФР про появу металу в його зоні видимості,

$t_{пднм}$ – момент часу появи сигналу ДНМ про наявність металу у валках кліті.

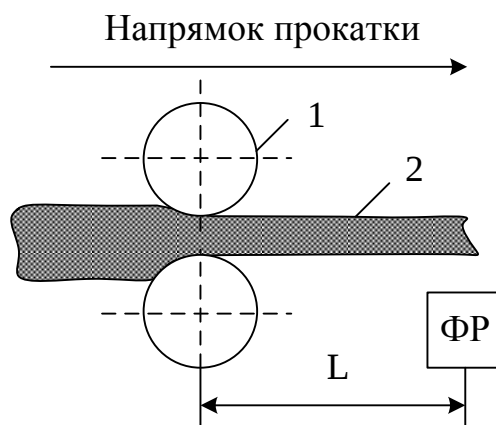


Рисунок 1 – Вимір швидкості металу

1 – прокатні валки останньої кліті групи;

2 – метал, що прокочується;

L – відстань, на якій вимірюється швидкість металу;

ФР – фотореле.

Датчик наявності металу у валках кліті не зображений.

У якості ілюстрації на рис.2 наведена осцилограма струму двигуна при наявності металу у валках кліті БЗС, з якої видно, що ДНМ видає сигнал про захват металу при досягненні струму величини 700 А, знімає сигнал при падінні струму навантаження до рівня 120А. (Ціна розподілу інтервалу часу 0,1 секунди).

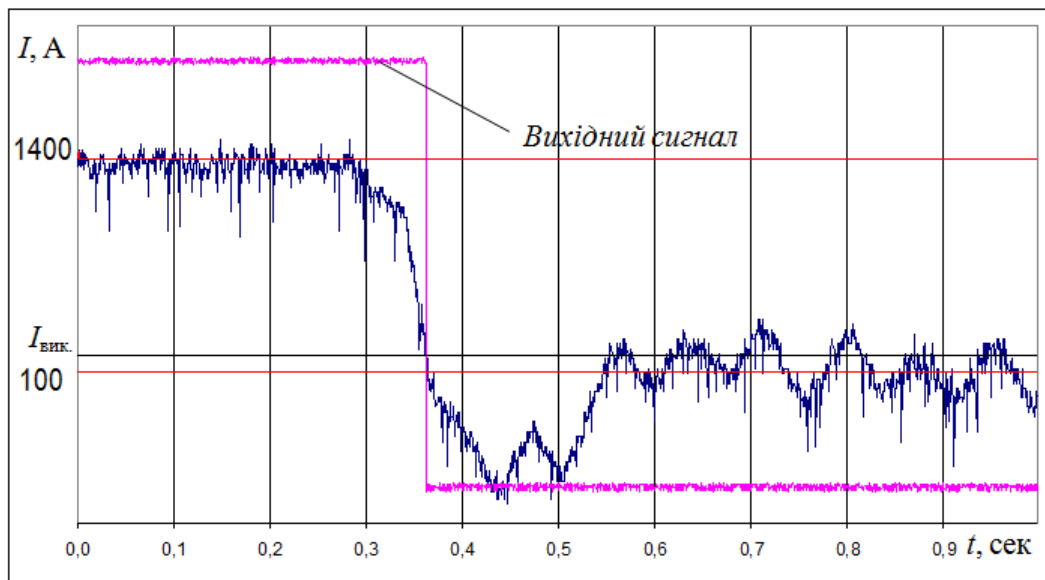
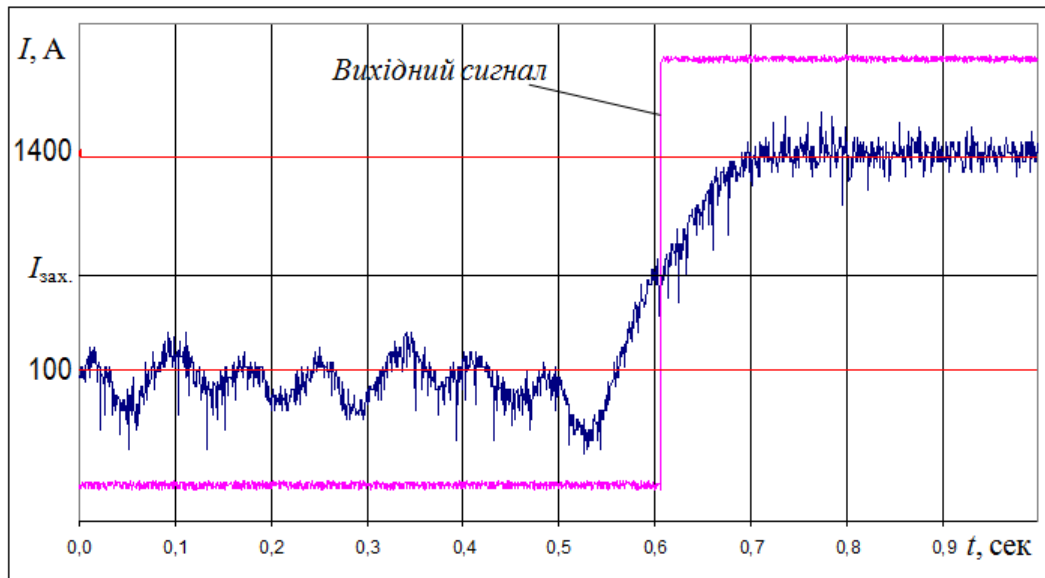


Рисунок 2 – Осцилограма струму двигуна обертання валків БЗС

Довжина металу ($L_{м1}$) на виході останньої кліті чорнової групи БЗС визначається вираженням:

$$L_{м1} = V_{пр1} \times (t_{зднм} - t_{пднм}), \quad (3)$$

де $V_{\text{пр1}}$ - фактична швидкість, обчислена по (2),
 $t_{\text{зднм}}$ ($t_{\text{пднм}}$) – момент часу зникнення (появи) сигналу ДНМ.

Довжина металу ($L_{\text{м2}}$) на виході останньої кліті чистової групи БЗС визначається вираженням:

$$L_{\text{м2}} = V_{\text{пр2}} \times (t_{\text{пдрп+1}} - t_{\text{пдрп}}), \quad (4)$$

де $V_{\text{пр2}}$ - фактична швидкість, обчислена по (2),
 $t_{\text{пдрп+1}}$ - момент часу появи поточного сигналу датчика різання,
 $t_{\text{пдрп}}$ – момент часу появи попереднього сигналу датчика різання,

Становить інтерес розглянути величину методичної погрішності роботи ДНМ. Основним параметром ДНМ є запізнювання у визначенні й видачі сигналу про факт захвата-викиду металу

Якщо на підставі даних рис.2 прийняти умову:

ДНМ = 1, якщо $I \geq 0,45$ I на в.

ДНМ = 0, якщо $I \leq 0,15$ I на в.,

то, з урахуванням величини $dI/dt = 8,2$ кА/сек, час наростання струму привода після захвата валками металу до значення струму видачі сигналу про захват становить:

$$t = 0,45 \times 1,4 / 8,2 = 77 \text{ мсек}, \quad (5),$$

де 1,4 – величина струму навантаження в кА.

Таким чином, методична величина запізнювання у видачі сигналу при захваті металу становить 77 мсек. При викиді ця величина буде рівною 57 мсек. Враховуючи, що при захваті й викиді запізнювання мають різні знаки, то фактичне запізнювання рівне 20 мсек. Величина цього запізнювання носить регулярний характер і тому може бути врахована при визначенні довжин прокату.

На рис. 3 представлена структурна схема виміру довжин штанг після ЛН, де прийняті наступні умовні позначки:

ДР – датчик різання (інкрементальний енкодер, що виробляє двопозиційний сигнал при виході ножів на різання),

ФР – фотореле,

RS – шунт у якорі двигуна валків,

ДС – датчик струму [4],

ДНМ – датчик наявності металу, що представляє собою мікропроцесорний контролер із шестиканальним АЦП, що виробляє двопозиційний сигнал, при наявності металу у валках.

1 – прокатні валки,

2 – метал, що прокочується,

3 – ножі, що виконують поріз заготовки на штанги,

Uз – сигнал завдання в привод ЛН.

ДНМ - нестандартний одноплатний мікропроцесорний контролер із шести канальним АЦП, розроблений і виготовлений в Олександрії [6].

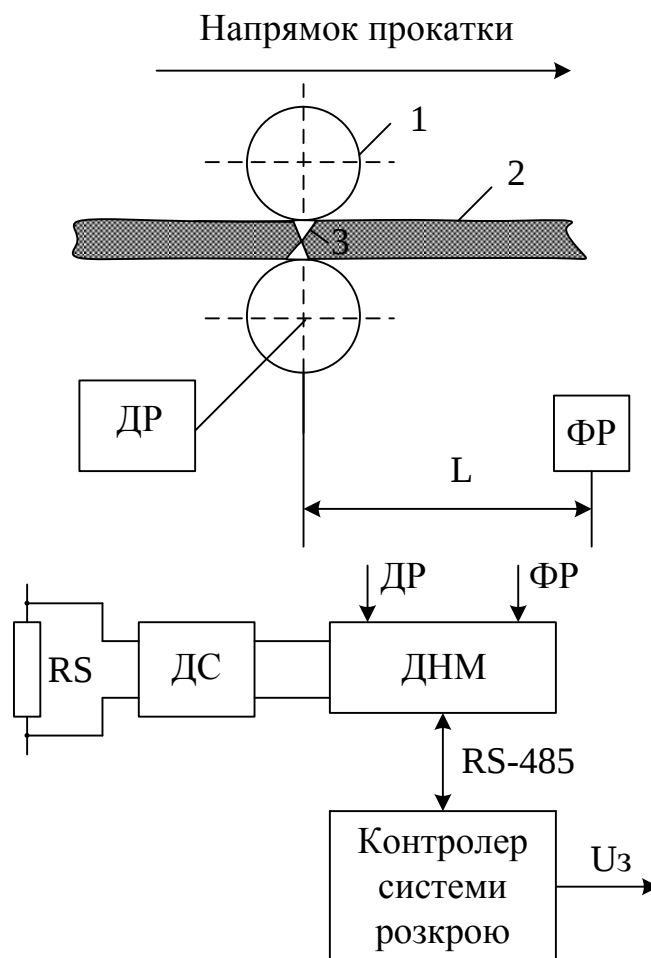


Рисунок 3 – Вимір довжини штанги

ДНМ виконує ще одну функцію (на рис.3 не зображено) - визначення довжини металу на виході останньої кліті стану 700.

Виконаємо розрахунки очікуваної погрішності ($\sum \delta_{ш}$) вимірів довжин штанг за наступним виразом:

$$\sum \delta_{ш} = \delta_{фр} + \delta_{днм} + \delta_{пдрп} + \delta_{(пдрп+1)} + \delta_{\tau} + \delta_p, \quad (6)$$

де $\delta_{фр}$ – погрішність фотореле при визначенні швидкості прокатки по (2),

$\delta_{днм}$ – погрішність датчика наявності металу при визначенні швидкості прокатки по (2),

$\delta_{пдрп}, \delta_{(пдрп+1)}$ – погрішність датчика різання при визначенні довжини штанги по (3), так як запізнювання мають однакові знаки й однакову величину, ця погрішність прийнята рівною нулю,

$\Delta \tau$ – погрішність, обумовлена частотою знімання сигналів контролером по рис.3,

δ_p – погрішність розрахунків (прийнята рівною нулю).

Фізично кожна з погрішностей $\delta_{\text{фр}} + \delta_{\text{днм}} + \delta_{\text{пдрп}} + \delta_{\text{пдрп}}$ в (6) являє собою час запізнювання у видачі датчиками вихідних сигналів.

Перед виконанням розрахунків (6) умовимося:

1. $\delta_{\text{фр}} = 0,5$ мсек [5], $\delta_{\text{днм}} = 5$ мсек (можлива зміна dI/dt , обумовлена властивостями металу, що прокочується (марка сталі, температура й обтиснення), $\delta_{\text{пдрп}} = \delta_{\text{пдрп}} = 0$, $\delta_{\text{т}} = 5$ мсек (200Гц).

2. Усі складові (6) мають однакові знаки.

Підстановка чисельних значень в (6) дає наступний результат:

$$\sum \delta_{\text{ш}} = 0,5 + 5 + 0 + 0 + 5 + 0 = 10,5 \text{ мсек.} \quad (7)$$

Таким чином, максимальна абсолютна розрахункова погрішність визначення довжини заготовки рівна:

$$\delta L_{\text{шт}} = V_{\text{пр}} \times \sum \delta_{\text{ш}} = 7 \times 0,0105 = 0,074 \text{ м,} \quad (8)$$

де 7 – максимальна швидкість прокатки.

Розрахункова наведена погрішність (8) дорівнює величині:

$$0,074 \times 100 / 10,5 = 0,7 \%, \quad (9)$$

де 10,5 – мінімальна довжина штанги.

Відзначимо, експериментально встановлено, що фактична абсолютна погрішність виміру довжин штанги запропонованим розв'язком не перевищує $\pm 2,5$ см.

Висновки

1. Розрахунками показано, що у випадку виміру швидкості прокатки металу по окружній швидкості обертання валків за рахунок явища випередження виникає абсолютна погрішність в 0,54 м при фактичній довжині штанги 10,75 м.

2. Запропоновано вимірювати фактичну швидкість прокатки на виході останніх клітей чорнової і чистової груп БЗС, що забезпечує зниження абсолютної погрішності довжини штанги до 2,5 см.

Посилання

1. А.Д. Учитель и др. Системы автоматизации и контроля в горно – металлургическом комплексе, Днепр, Изд-во «Укрметаллургинформ НТА», 2018.-304 с.
2. Грудев А. П. Теория прокатки / А. П. Грудев. – Изд. второе, перераб. и доп. – М. : Интермет инжиниринг, 2001. – 280 с. – ISBN 5-89594-067-6.
3. Бабенко М.А. и др. Микропроцессорный датчик наличия металла в валках непрерывно-заготовочного стана, Металлург. и горноруд. пром-сть 2005, №4.

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ АСУ ТП З МІНІМІЗАЦІЄЮ КІЛЬКОСТІ ЗБОЇВ І ВІДМОВ ДАТЧИКІВ

Доц., канд. техн. наук В.Я. Хижняк, доц., канд. пед. наук Є.О. Модло,
асистент О.В. Литовченко

Державний університет економіки і технологій, м. Кривий Ріг, Україна

Датчики контрольованих параметрів будь-якої АСУ ТП є її найважливою складовою. І від вибору датчиків на етапі проектування й організації ліній зв'язку датчиків із засобами керування багато в чому залежить якість роботи при її експлуатації.

У табл.1 датчики контрольованих параметрів і сигнали керування АСУ ТП, на прикладі обтискного стану умовно об'єднані в наступні групи [1]:

Таблиця 1 – Перелік входних - вихідних сигналів системи

	Параметр	Форма подання сигналу	Межі зміни	Похибка, %
1	Швидкість обертання вала двигуна	Числоімпульсний (Енкодер)	90 - 400 об/хв	0,1
2	Струм якоря двигуна (шунт 75 мВ, 0 – 25 кА)	Аналогова	di/dt= 10 кА/сек	0,5
3	Струм збудження (шунт 75 мВ)	Аналогова	0 – 100 А	0,5
4	Прихід механізму в фіксовану крапку	Двопозиційна	Відкритий, колектор, 0-30 В, 0,2 А	0,1
5	Завдання на зміну швидкості обертання двигуна	Аналогова	0 ± 10В	0,5
6	Наявність об'єкта у фіксованій крапці	Двопозиційна	Відкритий, колектор, 0-30 В, 0,2А	0,1 – 0,5
7	Вихідний сигнал на включення механізму	Двопозиційна	Відкритий, колектор, 0-30 В, 2 А	1
8	Швидкість обертання вала двигуна	Аналогова (тахогенератор)	0-500 об/хв	4

Не вдаючись в описи пристрою, принципів роботи датчиків і їх характеристик, розглянемо організацію зв'язку їх виходів із входами приймачів їх сигналів.

На рис. 1 зображено канал обміну даними між датчиком із двопозиційним вихідним сигналом і прийомним пристроєм.

Частота вихідних сигналів, наприклад, при вимірі швидкості обертання енкодером (рядок 1 у табл.1) до 5 кГц.

Частота вихідного сигналу рядка 4 табл.1 (теж енкодер) про вихід на різ ножів летучих ножиць (один раз за два оберти) 0,8 Гц [2].

Сигнал про наявність об'єкта у фіксованій точці (рядок 6 табл.1), наприклад, від фотореле надходить не частіше одного разу у хвилину.

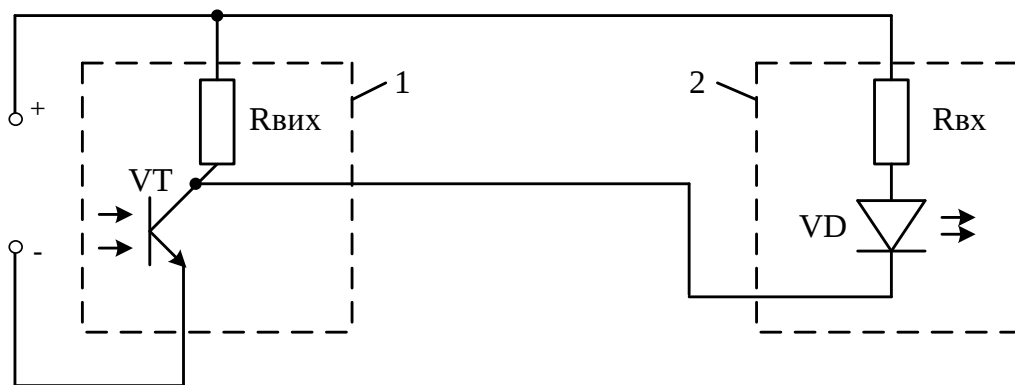


Рисунок 1 – Канал обміну між датчиком із двопозиційним вихідним сигналом та приймальним пристроєм:

1 - схема формування вихідного сигналу датчика; 2 - схема приймання вхідного сигналу датчика

На рис. 2 зображений канал обміну даними між датчиком з аналоговим вихідним сигналом і прийомним пристроєм.

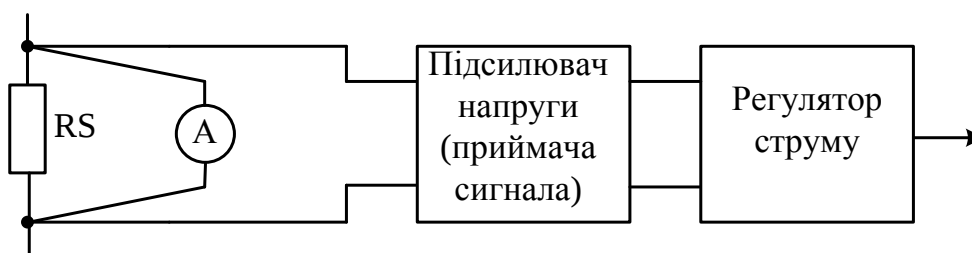


Рисунок 2 – Канал обміну між датчиком з аналоговим вихідним сигналом та приймальним пристроєм:

RS – шунт; A – амперметр

Як видно з рис.2, сигнал з шунта в регулятор струму надходить через проміжний підсилювач напруги. Вхідний опір підсилювача напруги 300 Ом [3]. Крім того, відзначимо, що напруга шунта на амперметр і на підсилювач напруги надходить паралельними лініями.

Як правило, усі технічні засоби систем автоматики розташовані поблизу джерел сильних електромагнітних перешкод, що представляють собою тиристорні перетворювачі, електромагніти, контакти потужних пускачів, масляні вимикачі та ін. Крім того, кабелі для зв'язку датчиків із прийомними пристроями в кабельних тунелях розташовані поруч із силовими.

При включенні-вимиканні й роботі згаданих апаратів ці перешкоди накладаються на сигнали датчиків, лінії зв'язку й контролери, що приводить до викривлення сигналів і збоєм у роботі систем автоматики.

Не вдаючись у вивчення природи виникнення й прояву перешкод, розглянемо заходи щодо зменшення їх впливу шляхом узгодження й формування сигналів на вході контролерів.

Перший спосіб – це програмний, другий – екрановані проведення, але, на жаль, використання цих підходів не завжди ефективне. Як показують дослідження, при розробці АСУ ТП, крім використання згаданого, необхідно, як буде показано нижче, реалізувати апаратну фільтрацію й формування сигналів.

Аналогові сигнали.

Для аналогових сигналів лінії зв'язку виконують екранованим кабелем з крученими парами. Не дивлячись на це, при відстані в кілька десятків метрів на вході приймачів сигналів можуть мати місце перешкоди що спотворюють ці сигнали.

Наприклад, при підключенні вимірника ваги руди (ВВР) у скіпі шахтної піднімальної установки [4] до амперметра в приміщенні машиніста при першому включенні було виявлено, що ВВР видає інформацію про струм в 3-4 рази відмінну від показань амперметра (у лабораторних умовах випробування ВВР пройшли успішно).

При проведенні досліджень було виявлено, що сигнал на шунті системи Г-Д, який розташований в 70 м від приміщення машиніста, ідеально «чистий». Цей же сигнал на вході шафи ВВР зі входом в 200 кОм був насичений перешкодами. Після шунтування вхідного опору підсилювача напруги резистором 10 Ом перешкоди зникли.

Як показала практика, найбільш прийнятним способом боротьби з перешкодами на аналогових сигналах є елементарний R-C фільтр, зображений на рис.3.

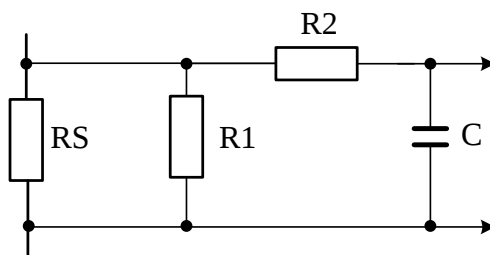


Рисунок 3 – Завадоподавляючий фільтр на вході приймача аналогового сигналу:

RS - шунт; R1 - завадоподавляючий резистор 1- 10 Ом; R2, C - фільтр із параметрами, що забезпечують фільтрацію перешкод, що мають місце на виході джерела сигналу.

Наприклад, для шунта із трифазним мостовим тиристорним перетворювачем R-С фільтр повинен забезпечити фільтрації пульсацій на сигналі частотою 300 Гц.

Дискретні й числоімпульсні сигнали.

У якості дискретних і число - імпульсних сигналів розглянемо сигнали, що надходять від фотореле й від енкодера. При передачі вихідних сигналів по довгих лініях зв'язку їх фронти викривляються, що приводить до появи недостовірної інформації на вході приймачів сигналу. Також на їхніх сигналах мають місце «провали».

Так при проході одного злитка в зоні видимості фотореле фіксується кілька злитків, при обертанні контрольованого вала зі швидкістю 560 об/хв фіксується швидкість у межах 300-1100 об/хв.

Для пояснення, на рис.4 зображені часові діаграми сигналів на вході датчика й виході приймача.

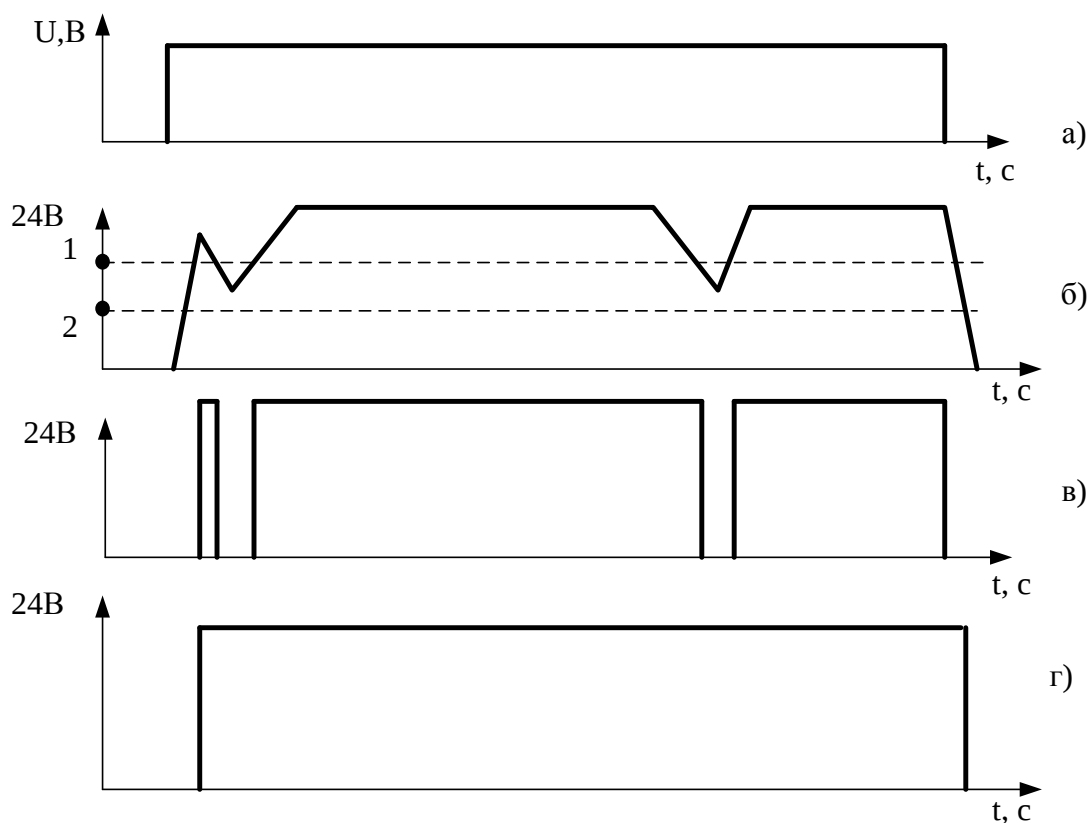


Рисунок 4 – Умовне зображення сигналів:

на вході датчика (рис. а); на вході приймача сигналу (рис. б); прийнятий сигнал приймачем (рис. в); прийнятий сигнал приймачем після встановлення формувальника (рис. г). Точка 1 (2) - рівень спрацювання (відпускання) формувальника.

Відомі методи цифрової фільтрації (програмний спосіб) при частоті вхідних сигналів у декілька кГц малоефективні. Тому в якості засобів, що дозволяють практично усунути сказане вище, може служити формувач сигналів, зображений на рис. 5.

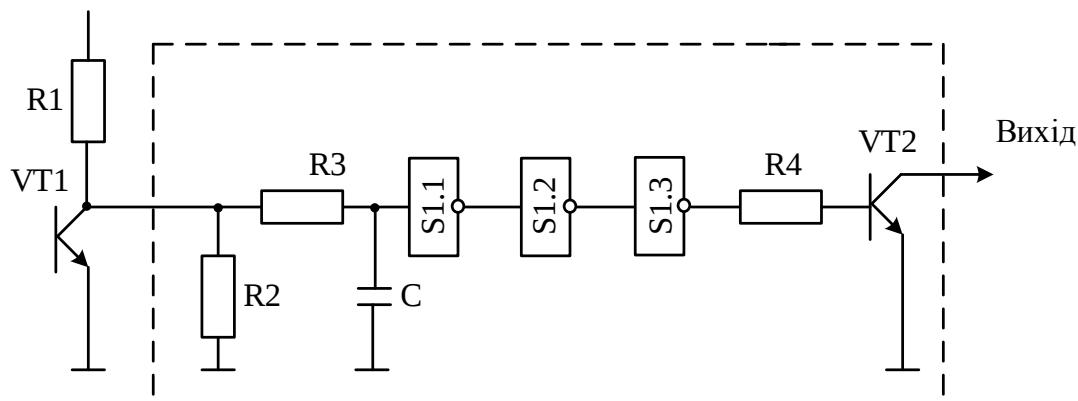


Рисунок 5 – Формувач, встановлюємий на вході приймача двохпозиційного сигналу

Призначення елементів:

R1, VT1 – вихідний каскад джерела сигналу,

R2 – завадоподавляючий резистор, величина якого рівна мінімально припустимій для джерела сигналу,

R3, C – «R-C» фільтр з параметрами, що забезпечують приймання сигналів датчика максимальної робочої частоти,

S – мікросхема « I-НІ» на основі тригера Шмідта, з коефіцієнтом повернення не менш 0,8

R4 – резистор, що погодить вихід мікросхеми із входом транзистора,

VT2 – підсилювач потужності.

Обмін даними між сервером і робочою станцією

Майже всі АСУ ТП мають лінії зв'язку з головним сервером підприємства. З метою економії засобів на кабельній продукції обмін інформацією виконується по послідовних каналах зв'язку.

Зв'язок може бути реалізовано радіоканалом або провідним способом.

Наприклад, у системі диспетчеризації електропостачання підстанції [5] розглядалися варіанти каналів – GPRS і RS-485.

Замовник зупинився на варіанті RS-485. Виконавець для реалізації каналу використовував оптоволоконний кабель. Через обмеженість фінансування оптоволоконний кабель був покладений у тунелі безпосередньо на силові 6 кВ кабелі.

За час випробувань і експлуатації збоїв і відмов при обміні даними не виявлено.

Висновки

1. Представлена класифікація вихідних сигналів датчиків.
2. Зображені рисунки зв'язку виходів датчиків із входами приймачів їх сигналів.
3. Наведена інформація про причини виникнення збоїв у сигналах датчиків АСУ ТП.

4. Запропоновані розв'язки, що дозволяють практично усунути збої у сигналах датчиків, а саме:

- забезпечити передачу сигналів датчиків у лінії зв'язку із приймачем струмом рівнем в 15-20 мА;
- при необхідності розробити й установити на вході приймачів формувачі сигналів з R-C фільтрами;

5. Даний приклад реалізації заводо захищеного каналу зв'язку на оптоволоконному кабелі.

Посилання

1. Прокатка злитків і виробництво заготовок у цеху Блюмінг №2, ТИ, Кривий Ріг, 2015
2. А.Д. Учитель и др., Системы автоматизации и контроля в горно – металлургическом комплексе, Днепр, Акцепт ПП, 2018, стр.300
4. В.Н. Десятнюк и др., Измеритель веса руды в в скипе шахтной подъемной установки, К., ПиКАД, №1, 2004
5. Чуприна Е.В. и др., Система диспетчеризации подстанции, Металлургическая и горнорудная промышленность, 2013, № 1.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КРАНІВ-ШТАБЕЛЕРІВ

Аспірант Ігор Цимбаленко

Національний технічний університет України

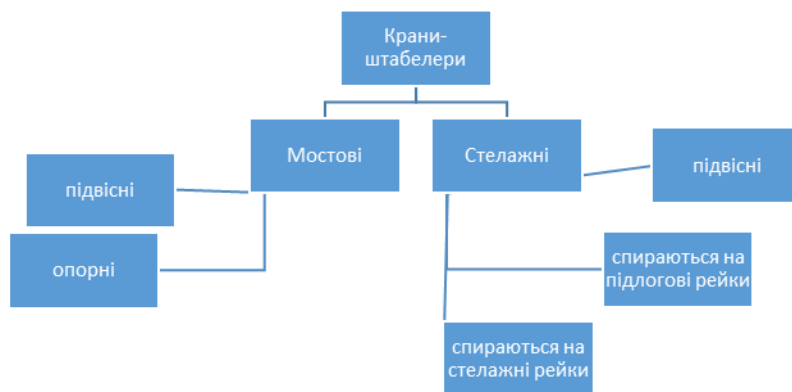
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Вступ. Автоматизовані склади представляють собою складний економічний сегмент і широко застосовуються як на етапах виробництва, так і при зберіганні та розподілі промислової та сільськогосподарської продукції. Зокрема, популярність отримали складські системи з кранами-штабелерами, які використовуються для складування вантажів у штабелі або на стелажах. Крани-штабелери дозволяють оптимізувати управління складом, ефективно використовувати виробничі площі, зменшувати кількість працівників і відкривають нові можливості для організації зберігання. Кран-штабелер - це підйомно-транспортний пристрій, який рухається по рейках або напрямних і обладнаний вертикальною стійкою для переміщення вантажного підйомника. Вивчення принципів функціонування кранів-штабелерів, визначення вимог до автоматизованої електромеханічної системи, розробка алгоритмів для різних підсистем та комплексної автоматизації в цілому, а також визначення

принципів технічної реалізації електромеханічної та апаратної частини системи керування краном-штабелером.

Виділяють два основних типи кранів-штабелерів: мостові і стеляжні. У перших колона кріпиться до візка, який переміщується по мосту, у других колона розташована на візку і переміщується по кранових коліях. Мостові крани-штабелери можуть бути опорного або підвісного типу. (Малюнок 1).



Малюнок 1. Класифікація кранів-штабелерів

Найбільшого поширення набули стеляжні крани-штабелери. Стеляжний кран-штабелер являє собою візок, що пересувається по рейкових шляхах у проході між двома рядами стеляжів, устаткований вертикальною колоною (рамою), обладнаною напрямними для підйомної платформи, на якій встановлені вантажний захоплювач і кабіна оператора [2].

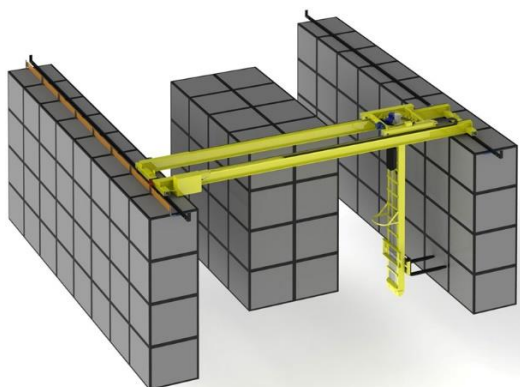
Складське господарство та його технології постійно розвиваються, щоб відповідати змінним потребам галузі. Крани-штабелери колись виступали під прапором піонерів, автоматизуючи великі склади і перетворюючи логістичні виклики на оптимізовані процеси. Однак, з розвитком галузі, їх обганяють нові інновації. Ця стаття досліджує зародження та еволюцію кранів-штабелерів, їхні вроджені обмеження, сфери застосування та вплив нових технологій на ландшафт складського господарства.

Вантажопідйомною машиною називається машина періодичної дії для транспортування на незначну відстань різних вантажів: штучних, сипучих і т.д. Вантажопідйомна машина характеризується наступними основними ознаками: наявністю механізму підйому вантажу, циклічністю, відсутністю постійних місць завантаження і розвантаження. Кран – це складна вантажопідйомна машина, яка характеризується можливістю надання різних рухів вантажів по тій чи іншій траєкторії. [3] В початкових етапах автоматизованого складського господарства крани-штабелери виступали як приклад ранньої автоматизації. Функціонуючи переважно в системах автоматизованого складування та вилучення (AS/RS), ці комп'ютеризовані гіганти ефективно рухались по великим складам, вирішуючи завдання складування та вилучення.

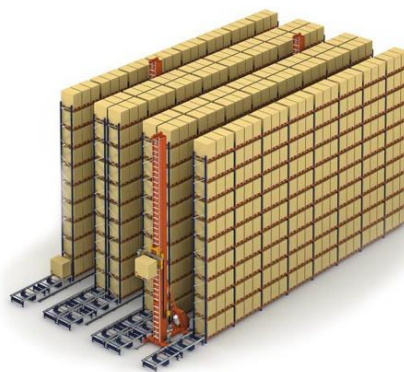
Кран-штабелер - це машина, призначена для складування та вилучення

товарів на великих складах чи дистриб'юторських центрах. Кран-штабелер це вертикальна конструкція, яка рухається горизонтально по рейках і вертикально вздовж своєї рами. До цієї рами приєднано каретку, яка рухається вгору та вниз і обладнана механізмами, найчастіше вилами, для підняття або встановлення піддонів чи контейнерів. Кран переміщується вузькими проходами для зберігання, що дозволяє йому дістатися до будь-якої полиці чи точки зберігання в своєму робочому просторі. Зазвичай, це великий робот, який може маневрувати як по горизонталі, так і по вертикалі для доступу до товарів у всьому приміщенні для зберігання.

На малюнках 2 та 3 представлені схеми кранів-штабелерів з підвісною системою ведення, а також підлоговою та стельовою рейками для руху.



Малюнок 2 Кран-штабелер підвісний



Малюнок 3 Кран-штабелер стелажний з підлоговою та стельовою рейками

Робочий цикл крана-штабелера залежить від планування складу, він складається з підведення вантажного елемента під вантаж, підйомі на невелику висоту, повороті платформи, переміщенні візка до проходу між стелажми, переміщенні по проходу до потрібної секції (яке може бути поєднане з одночасним підйомом до обраного ярусу). Вантаж на вантажному елементі зупиняється навпроти вибраної комірки, трохи вище площині стелажу. Висувний механізм переміщує вантаж усередину комірки, потім вантажний елемент опускається, при цьому вантаж залишається лежати на опорній площині стелажного осередку, а вантажний елемент повертається у вихідний стан [4].

Алгоритми діяльності кранів-штабелерів можна розглядати наступним чином (малюнок 4).

Ініціація завдання

Замовлення: Клієнт робить замовлення в Інтернеті на іграшку, книгу і пару взуття, тощо. Замовлення обробляється у системі управління запасами складу.

Призначення

Завдання: Система складу отримує замовлення та визначає місцезнаходження кожного товару. Вона надсилає інструкції крану-штабелеру для вилучення товарів.



Малюнок 4. Алгоритми діяльності

Навігація від початкової позиції до місця призначення:

Кран швидко рухається вздовж визначеного шляху на складі. На відміну від навантажувачів, якими керують люди, він може швидко розраховувати найефективніший маршрут.

Адаптабельність по висоті і глибині:

Іграшка знаходиться на високій полиці, книга - на середині, а взуття - у коробці на рівні землі. Телескопічний механізм крана дозволяє йому точно регулювати висоту. Спочатку він виходить вгору, щоб взяти іграшку, слідом спускається трохи, щоб взяти книгу, а потім ще більше опускається, щоб взяти взуття.

Вилучення товарів:

За допомогою механічних вил чи магнітних систем кран вилучає кожен товар і поміщає його в призначений лоток або контейнер, прикріплений до нього. Інший варіант – оперування із носієм (піддон, піднос, пластиковий контейнер).

Доставка на Пакувальну Станцію:

Після збору всіх товарів кран транспортує їх на пакувальну станцію через асистуючу систему – конвейер, навантажувач, тощо. Оператор чи інша автоматизована система тоді бере на себе функцію упаковки товарів для відправлення.

Поповнення:

Якщо запас на полиці знизиться до певного рівня, система управління складом також може надати інструкції крану-штабелеру знову заповнити товари. Кран піднімає товари з зони отримання та поміщає їх на призначені місця зберігання.

Такий алгоритм є ефективним процесом у діяльності складського господарства.

В складах крани-штабелери працюють з неймовірною точністю порівняно з іншими системами, завдяки високорозвиненим обчислювальним

системам, які керували їхніми рухами. Пересування за допомогою рейкових шляхів дає можливість їм отримувати доступ до товарів незалежно від їхньої висоти. Це означає, що висота складу може бути повністю використовувана, що призводить до поліпшення щільності зберігання.

Застосування кранів-штабелерів є економічним та ефективним засобом використання складських площ та ресурсів підприємства. Також використання автоматичних чи напівавтоматичних кранів-штабелерів дає гарантії мінімізації ризиків порушення процесів складської логістики та допущення виробничих помилок.

Таблиця 1. Переваги та недоліки кранів-штабелерів

Переваги кранів-штабелерів	Недоліки кранів-штабелерів
Робота з важкими навантаженнями	Залежність від програмного забезпечення
Висока утилізація об'єму приміщень складу	Висока вартість
Висока швидкість обробки вантажів	Низька здатність до модернізації/оптимізації існуючої системи
Можливість обробки великої кількості номенклатурних найменувань	Висока вартість ремонтних робіт (сервісу)

Застосування кранів-штабелерів є принципово обґрунтованим у багатьох галузях господарювання:

- підприємствам, які регулярно працюють з важкими металевими брусами, плитами та рулонами, крани-штабелери можуть бути незамінними;
- підприємствам, які мають справу із значною кількістю номенклатур або цілими одиницями вантажів, ці крани пропонують надійне рішення для обробки;
- підприємствам з управління та транспортування габаритних брусів чи стопок деревини ;
- підприємствам автобудівного сектору, особливо в областях зберігання або лініях зборки, де потрібно ефективно переміщати чи зберігати великі деталі автомобілів.
- підприємствам логістичного та складського сектору: об'єкти, які наголошують на щільності зберігання або ті, які мають значне різноманіття номенклатур зберігання.

Проте, як і у всіх технологій, крані-штабелери не є бездоганними. Залежність від складних програм робить їх вразливими до системних збоїв, що викликає зупинку операцій та можуть привести до блокади доступу до місць штабелювання.

Рухи по рейках призводять до логістичних труднощів на зайнятих місцях. Крім того, великі витрати на встановлення рейкових систем також відносяться до факторів стримування. Завдяки значній вазі, деякі традиційні елементи складської техніки виявилися не завжди ефективними для високо інтенсивної роботи. Серед недоліків слід зазначити, що такі пристрої як крани-штабелери зазвичай відрізняються великою власною вагою, що має

наслідком суттєві витрати на обслуговування рухомих систем, таких як привідні системи та системи гальмування. Ці обмеження свідчать про те, що, незважаючи на те, що крані-штабелери стали кроком вперед у сфері складського господарства, далеко не у всіх випадках вони є найкращим рішенням.

Протягом часу крани-штабелери еволюціонували, щоб досягти більшої ефективності (таблиця 2).

Таблиця 2. Напрямки поліпшення технології роботи кранів-штабелерів

Фактор поліпшення складської логістики	Результативність впливу фактору
Одночасна робота двох та більше кранів-штабелерів в одному складському проході	Сучасні системи дозволяють одночасну роботу кількох кранів та дають ефективність обробки замовлень.
Збільшена Глибина Зберігання:	Розширені можливості досягання полегшують доступ до глибших місць зберігання – системи дабл-діп, шатли.
Зменшені Розміри Проходу:	Інновації дозволяють вужчі ширини проходів, поліпшуючи використання простору.
Більша Висота Конструкції:	Висота штабелювання до 45 м - оптимізуючи використання вертикального простору.

Не зважаючи на позитивні риси у використанні кранів-штабелерів залишаються багато питань над якими потрібно працювати, зокрема:

- високі капітальні витрати
- обмеження простору
- складність обслуговування

Залежність всієї системи від відмови в критичних місцях

Ці обмеження підштовхнули до дослідження альтернативних рішень, що призвело до появи нових технологій. Прикладом удосконалення щільності зберігання для певних груп вантажів порівняно до роботи крана-штабелера є іноваційне рішення системи зберігання та вивезення Jungheinrich Powercube, представлена Jungheinrich [Посилання 1]. Ця система пропонує ефективність використання простору, гнучкість та покращену безвідмовність порівняно зі кранами-штабелерами.

Висновок. Складське господарство еволюціонує як, власне, в сфері самих кранів-штабелерів, так і до більш сучасних, альтернативних технологій, відображаючи напрямлення галузей до ефективності та адаптації. Від раніше застосованих систем будується шлях для вдосконалених інструментів, забезпечуючи реагуючу та ефективну інфраструктуру перед викликами постійно змінюючихся глобальних потреб. Тим не менше, крани-штабелери міцно зайняли свою, відповідну лише ним, нішу, та вірогідно, залишаться актуальними ще довгий час.

Посилання

1. Офіційний інтернет сайт компанії Юнгханрих [Електронний ресурс] – URL: <https://www.jungheinrich.com/>
2. Григоров О. В. Вантажопідйомні машини : навч. посібник / О. В. Григоров, Н. О. Петренко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2006. – 304 с.
3. Типи кранів-штабелерів [Електронний ресурс]. – URL: https://www.shevchenkove.org.ua/person_syte/Lusak/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8%20%D1%96%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F/Dokument/Lekzia/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%20%E2%84%962.htm
4. Різновиди кранів [Електронний ресурс]. – URL: <https://kvpubd.kiev.ua/wp-content/uploads/2021/03/urok-19-02.03.2021-b-1budivelnna-tehnika.pdf>

ВИКЛИКИ РОЗВИТКУ НАПІВПРОВІДНИКОВОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ В КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛЬНОЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ВІЗІЇ

Доц., докт. екон. наук О.О. Ципліцька
Державна наукова установа «Київський академічний університет»,
м. Київ, Україна

Виробництво чіпів в Україні як перспективний напрям високотехнологічного розвитку держави та необхідний крок для розвитку технологій в цифрову епоху було представлено Міністерством цифрової трансформації України в Глобальній інноваційній візії у грудні 2023 року. Бачення уряду поки що включає створення центрів досліджень і розробок для розвитку вітчизняних технологій у сфері напівпровідникової продукції, а виробнича база зберігатиметься у країнах, де локалізовані фабрики – Китайській Республіці (Тайвань), Китаї, Південній Кореї, Сінгапурі, Японії та інших. Нині в світі налічується близько 399 фабрик та виробничих ділянок (включаючи центри досліджень і розробок), що належать 84 компаніям [1]. Водночас Візія не виключає розвиток вітчизняної виробничої бази у довгостроковій перспективі, однак Україна має подолати суттєві перешкоди та виклики в реалізації цього наміру.

По-перше, це висока капіталомісткість галузі, яка передбачає використання дороговартісного обладнання, а відтак – необхідність залучення значного обсягу інвестицій. Вартість виробничої лінії може сягати 100 млн дол США, а будівництва одного заводу – 1-4 млрд. дол. США. Крім того, необхідні інвестиції в розбудову промислової екосистеми (дослідницьких

центрів, закладів освіти, центрів компетенцій, сервісної мережі тощо) та оптимальна її конфігурація.

Для України залучення таких значних обсягів іноземних інвестицій лише в одну цю галузь є складним завданням. Міжнародний валютний фонд у 2023 році надав свій базовий прогноз розвитку української економіки до 2033 року [2], в якому зазначено, що загалом прямі іноземні інвестиції в економіку України становитимуть:

- у 2024 році – 0,3% ВВП або в перерахунку на долари США (за курсом 40 грн. за 1 дол. США) – приблизно 0,6 млрд. дол. США;
- у 2026 році – 4,8% ВВП, що складе приблизно 12,1 млрд. дол. США;
- у 2030 році – 5,1% ВВП, тобто приблизно 18,3 млрд. дол. США.

Обсяг цих потенційних інвестицій є недостатнім для запуску високотехнологічної галузі, яка вимагає 15-25% всіх іноземних капіталовкладень. Крім того, ці кошти інвестори переважно спрямовуватимуть у ті сфери, які вже розвинені в Україні і довели свою стійкість до зовнішніх чинників: сировинні сектори промисловості та сільське господарство, енергетику, торгівлю тощо. Це означає, що формування в Україні такої високотехнологічної галузі як напівпровідникова вимагатиме окремих спеціальних заходів держави із залучення фінансових ресурсів.

По-друге, архітектура ланцюга доданої вартості має враховувати абсолютні і порівняльні переваги України. Крім того, вона є досить складною, адже для кожного конкретного виду чіпів може вибудовуватися своя власна «гілка» ланцюга, як показує аналіз зарубіжного досвіду [3]. Експерти також стверджують, що відтворити ланцюг, наприклад, корпорації TSMC буде економічно неефективно. Зокрема, вартість виробництва чіпів у США за тією ж моделлю ланцюга буде на 55% вищою, ніж у Китайському Тайбеї [4].

По-третє, для економічної доцільності розбудови напівпровідникової галузі з виробничими потужностями в Україні, а саме – для досягнення ефекту масштабу, необхідно стимулювати як внутрішнє споживання, так і знаходити власні ніші на зовнішніх ринках, де доведеться конкурувати з глобальними лідерами галузі.

По-четверте, нарощування кадрового потенціалу у вигляді інженерного персоналу та науковців у сфері природничих і технічних наук вимагатиме суттєвої державної підтримки та фінансування професійно-технічної та вищої освіти, виділення достатнього обсягу місць державного замовлення, а також створення корпоративної системи стимулювання для запобігання «відпливу мізків» за кордон. Ще однією проблемою можуть стати надзвичайно великі потоки міграції населення в інші регіони та за кордон, викликані повномасштабним вторгненням. Це загрожує дефіцитом робочої сили в промислово розвинених регіонах, які піддаються постійним обстрілам, а відтак – може значно загальмувати розвиток виробничих потужностей напівпровідникової галузі.

По-п'яте, високі технології та інновації потребують надійного захисту інтелектуальної власності, що вимагає не лише якісної законодавчої бази, а й ефективної системи інститутів, зокрема, судової влади. Наприклад, для запобігання промислому шпідонажу Китайська Республіка (Тайвань) через діяльність Китаю змушена була прийняти нове законодавство в сфері захисту інтелектуальної власності.

По-шосте, негативний вплив галузі на довкілля. Промислові регіони України, де розвинені металургія, машинобудування, видобуток корисних копалин традиційно є найбільш забрудненими територіями. Напівпровідникова галузь, в свою чергу, містить низку загроз для навколишнього середовища, які можуть спровокувати значне погіршення його стану. Майже всі процеси у виробництві напівпровідників та іншої електроніки утворюють небезпечні або потенційно небезпечні відходи, такі як відпрацьована деіонізована вода (що містить неорганічну кислоту), відпрацьовані розчинники та проявники (наприклад, ізопарафінові вуглеводні), відпрацьовані розчини для очищення, шлами від очищення стічних вод, відпрацьований епоксидний матеріал (виробництво друкованих плат і напівпровідників), відпрацьовані розчини ціаніду (гальванічне покриття) та інші. Крім цього, під час виробництва в атмосферу здійснюються викиди перфторвуглецевих сполук та інших парникових газів, кислотної пари, оксидів азоту, промислового пилу, летючих органічних сполук тощо. Світовим банком вже розроблено низку заходів для екологічного моніторингу та бенчмаркінгові норми викидів та скидів, однак рівень технологій все ще не дозволяє знівелювати негативний вплив галузі на довкілля [5].

Висновки

1. Запуск напівпровідникової галузі в Україні потребуватиме розроблення і реалізації комплексної стратегії розвитку промисловості та пріоритетних секторів (оборонна промисловість, машинобудування), а також заходів економічної дипломатії для пошуку зовнішніх партнерів та інвесторів.

2. Для стимулювання розвитку виробництва чіпів необхідна буде комплексна мобілізація зусиль та ресурсів держави і зацікавленого бізнесу, спрямованих на забезпечення всіх необхідних складових для функціонування галузі – від підготовки робочої сили, акумулювання великих інвестиційних коштів (як державних, так і приватних) до створення нових ринків для власних продуктів.

3. Впровадження податкових і неподаткових стимулів для забезпечення інвестиційної привабливості України та цінової конкурентоспроможності виробництва вітчизняних чіпів на світовому ринку.

Посилання

1. Zandt F. Where Can the Most Chips Be Manufactured? *Statista*. December 5, 2023. URL: <https://www.statista.com/chart/31371/distribution-of-global-semiconductor-fabricating-capacity/> (дата звернення 02.01.2024)

2. Ukraine: First review under the extended arrangement under the extended fund facility—press release; staff report; staff statement; and statement by the executive director for Ukraine / International Monetary Fund. IMF Country Report No. 23/248. July 2023. 140 p. URL: <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/CR/2023/English/1UKREA2023002.ashx>
3. Mönch L., Chien C.-F., Dauzère-Pérès S., Ehm H., Fowler J.W. Modelling and analysis of semiconductor supply chains. *International Journal of Production Research*. 2018. Vol. 56, No. 13. pp. 4521-4523. DOI: 10.1080/00207543.2018.1464680
4. Taiwan's dominance of the chip industry makes it more important. *The Economist*. March 6, 2023. URL: <https://www.economist.com/special-report/2023/03/06/taiwans-dominance-of-the-chip-industry-makes-it-more-important> (дата звернення 03.01.2024)
5. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Semiconductors & Other Electronics Manufacturing / International Finance Corporation (World Bank Group). April 30, 2007. 18 p. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/748851491555774063/pdf/114072-WP-ENGLISH-Semiconductors-and-Other-Electronic-PUBLIC.pdf> (дата звернення 02.01.2024)

ПРО ОДНУ МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНИХ МІТОК НА СТАЛЕВИХ КАНАТАХ

Доц., канд. техн. наук В.П. Шунов,

доц., канд. пед. наук Є.О. Модло

Державний університет економіки та технологій

Навчально-науковий Технологічний інститут

м.Кривий Ріг, Україна

Сталеві канати широко використовують у різноманітних підйомно-транспортних машинах: ліфтах, шахтних підйомних установках, свердловинних геофізичних лебідках, рибальських тралах тощо. При цьому майже завжди існує завдання вимірювання довжини каната з метою визначення положення органу, що транспортується.

Найбільш гостро таке завдання стоїть для шахтних підйомних машин, що використовуються при розробці корисних копалин підземним способом на великих глибинах. А вже зараз деякі залізрудні шахти Криворізького басейну проводять роботи на глибинах до 1500 м. У цьому випадку необхідно постійно контролювати розташування підйомної судини (скіпу або кліті) у шахтному стволі з метою візуальної індикації та відбору шляхових команд для формування необхідної діаграми переміщення судини. Для

багаторежимних клітьових підйомних установок існує велика різноманітність вантажів: гірська порода у вагонетках, будівельні матеріали, технологічне обладнання, люди, вибухові речовини та засоби підривання і для кожного з них нормативно вимагається своє обмеження швидкості, прискорення та ривка. І це в поєднанні з різноманітністю комбінацій пунктів відправлення та призначення. Для кожного можливого режиму руху необхідно програмувати свою тахограму, що вимагає формування шляхових команд для здійснення початку уповільнення та зупинки кліті на горизонті призначення [1,2,3].

Останнім часом вимірювання переміщення сталевих канатів часто здійснюють безконтактно за допомогою магнітних міток, попередньо нанесених на підйомний канат по всій його довжині. У тому випадку, якщо канат жорстко не закріплений на провідному барабані і може ковзати щодо нього, такий спосіб вважається ефективним. Слід відзначити, що майже всі потужні шахти великої глибини оснащені багатоканатними підйомними машинами з шківом ковзання. На шахтному підйомі магнітний запис на канаті застосовується з 60-х років минулого століття завдяки піонерським розробкам українських вчених [4-8]. З метою зменшення кванта вимірювання переміщення та для виключення впливу статичної та пружної витяжки силового каната магнітні мітки можна наносити на спеціальний відносно тонкий трос, що прокладається вздовж шахтного ствола. Однак, проблеми, пов'язані зі зчитуванням міток з боку підйомної судини та передачі результатів зчитування до машзалу, не призвели до широкого використання такого методу.

В роботах [4,9] дано оцінку сталевих канатів як носія інформаційних магнітних міток. Природно, низьковуглецеві конструкційні сталі, що використовуються для виготовлення канатного дроту, не можуть бути віднесені до класичних магніто-твердих матеріалів, що мають великі значення коерцетивної сили H_c та залишкової індукції B_r . Тим не менш, залежно від марки сталі B_r знаходиться в діапазоні (0,9 – 1,3) Тл, а H_c - (1,8 – 1,9) кА/м. Збільшення вмісту вуглецю в канатній сталі збільшує H_c і дещо знижує B_r , так що узагальнена характеристика магнітотвердості $B_r \times H_c$ при зростанні вмісту вуглецю з 0,05 % до 0,90 % (без спеціальних легуючих домішок) змінюється приблизно на 20 %, маючи максимум при $C = 0,3$ %.

Усі відомі розробки за умовчанням передбачають замагнічування каната вздовж його осі. Тут можливо два варіанти послідовного розташування міток. Перший – коли мітки розташовані на великій відстані одна від одної, що в кілька разів перевищує розмір мітки. Цей варіант використовують коли не потрібна велика точність контролю переміщення каната. Для зчитування міток достатньо одного датчика. Порядок роботи датчика в цьому разі S-0-N-0-S-0-... Тут S,N – полярність магнітного поля мітки, 0 – відсутність поля. Визначення напрямку руху не потрібне.

Другий варіант – коли мітки розташовані близько і одна перетікає в сусідню, утворюючи безперервний магнітний запис:

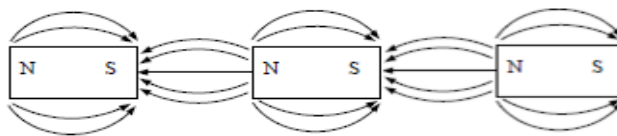


Рисунок 1 – Послідовні поздовжні мітки

Такий варіант більш поширений і характерний для підйомних та транспортних установок. Порядок роботи датчика S-N-S-N-... Як правило, датчиків декількох, зміщених вздовж каната для зменшення кванта контролю переміщення і для автоматичного визначення напрямку руху. Критично визначити розмір мітки та крок запису, щоб збільшити точність контролю переміщення і в той же час не допустити помітного розмагнічуючого впливу сусідніх міток одна на одну.

В [10] величина залишкової індукції магнітної мітки в місці розташування датчика $B_{г0}$ пов'язується з коерцетивною силою через коефіцієнт проникності форми m , що залежить від геометричних характеристик:

$$B_{г0} = H_c m \mu_0,$$

де μ_0 – магнітна постійна, що практично дорівнює магнітній проникності повітря. В свою чергу

$$m = 2,2 \sqrt{\left(\frac{L_m}{D_k}\right)^3},$$

де L_m – довжина мітки, D_k – діаметр каната.

Довжина мітки визначається довжиною індуктора намагнічуючої головки L_g , що охоплює канат або примикає до нього [11]. Таким чином, для підтримки залишкової індукції $B_{г0}$ на високому рівні необхідно підтримувати високе співвідношення L_g/D_k , приблизно 10. При $L_g/D_k < 8$ виявляється розмагнічуюча дія сусідньої мітки. В [9] рекомендується розмір мітки визначати з умови

$$L_m = 2\pi y,$$

де y – відстань від каната до датчика, що приймається більше амплітуди поперечних коливань каната при русі.

Поперечні коливання каната, викликані порушенням циліндричності канатоведучого та (або) відхиляючого шківів, поперечним зміщенням підйомної судини. До цього можуть додаватися аварійні резонансні коливання каната при різкому гальмуванні. В [12] досліджено, що в найгіршому випадку амплітуда поперечних коливань не перевищує 60 мм. Зрозуміло, що при віддаленні від каната, інтенсивність магнітного поля мітки зменшуватиметься відповідно до законів магнітостатики.

Теоретично осьова індукція локального магніту слабшає вздовж осі відповідно до виразу [13]:

$$B(x) = \mu_0 M / 2\pi(R^2 + x^2)^{3/2}, \quad (1)$$

де M – магнітний момент, $R = D_k/2$, μ_0 – магнітна постійна; x – осьова координата.

На великих відстанях $x \gg R$ вираз спрощується:

$$B(x) = \mu_0 M / 2\pi x^3. \quad (2)$$

В поперечному напрямку y індукція зменшується по закону

$$B(y) = \mu_0 M / 4\pi y^3. \quad (3)$$

Якщо мітки наносити з кроком $2L_m$, то огинаюча осьової складової індукції магнітного поля міток вздовж каната близька до гармонійної форми [4]. На рис. 1 показаний отриманий експериментально графік розподілу осьової індукції поля одинарної поздовжньої мітки на рівні поверхні каната $D_k = 38$ мм шахтної підйомної машини МК5х4 при $L_m = 300$ мм та кроці запису 600 мм. Нульова позначка координат відповідає середині мітки.

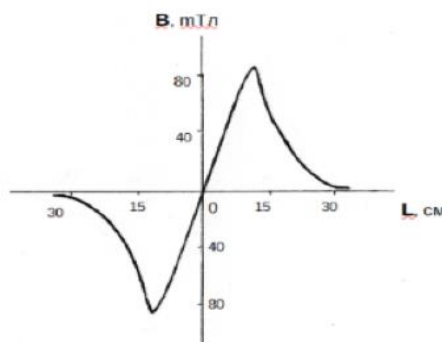


Рисунок 2 - Магнітне поле поздовжньої мітки на канаті

Крім значень m та y при виборі L_m потрібно мати на увазі зручність величини кванта вимірювання переміщення для візуальної індикації та відбору шляхових команд. Мається на увазі використання загальноприйнятих одиниць виміру довжини у метричній системі одиниць SI. Цей квант може не збігатися з періодом магнітного запису через те, що для реалізації аналого-цифрового перетворювача переміщення каната необхідно враховувати напрямок руху, а тому число датчиків повинно бути не менш 2. Шляхові кванти надходять на інформаційний вхід електронного реверсивного лічильника, а сигнал напрямку – на вхід реверса. При опусканні підйомної судини кванти підсумовуються з кодом лічильника, а при підйомі – віднімаються. У цьому разі код лічильника в масштабі відповідатиме розташуванню підйомної судини щодо нульового горизонту, на якому провели обнулення лічильника. Завжди зберігається можливість контролю поточної відстані до горизонту призначення, без чого неможливо формувати команду на початок уповільнення руху.

Для автоматичного визначення напрямку руху необхідно використовувати не один, а кілька магніточутливих латчиків, зміщених уздовж каната. Тоді по порядку чергування комбінацій дискретних станів датчиків за допомогою логічної схеми, яку називають сигнум-датчик, можна визначити квант шляху та сигнал напрямку переміщення. При використанні двох датчиків, зміщених на 90° , чергування можливих чотирьох комбінацій 00-10-11-01-00... відповідає прямому напрямку руху, а 00-01-11-10-00... зворотньому. Квант виміру переміщення в цьому випадку дорівнює $1/4$ періоду магнітного запису. Тому для отримання органічно прийняттого кванта 0,1 м крок магнітного запису $2L_m$ повинен бути 0,4 м, а довжина намагнічуючої головки L_g 0,2 м. Зважаючи на вищевикладене, такі параметри можна реалізувати для відносно тонких канатів $D_k < 25$ мм.

Для підйомів великої продуктивності при $D_k = (30 - 60)$ мм застосовують три датчики, зміщених вздовж каната на 120° ; виникає 6 робочих комбінацій дискретних станів датчика. Квант виміру переміщення в цьому випадку дорівнює $1/6$ кроку магнітного запису. Тому для отримання кванта, рівного 0,1 м, крок магнітного запису треба прийняти 0,6 м, а $L_g = 0,3$ м. Пряме чергування цих шести комбінацій: 010-011-001-101-100-110-010... , а зворотнє: 010-110-100-101-001-011-010... Дві неробочі надлишкові комбінації 000, 111 можна використати для створення вузла автоматичного самоконтролю стану магнітного запису, датчиків і ланцюгів їх підключення до електронної системи виміру переміщення. Такий розмір кроку запису усуває відчутний взаємовплив міток.

Подальше збільшення кількості датчиків при збереженні органічно прийнятної величини кванта шляху при використанні поздовжних магнітних міток практично неможливо.

При цьому зовсім випала з уваги вахівців можливість істотного збільшення точності контролю переміщення каната за рахунок використання не поздовжних, а поперечних магнітних міток – рис. 3.

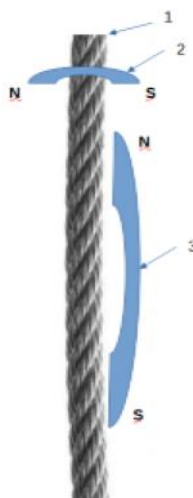


Рисунок 3 - Поперечний та поздовжний запис на канат:

1 – канат; 2 – головка поперечного запису; 3 – головка поздовжного запису.

При поперечному запису полюсні накінечники індуктора товщиною (5–10) мм охоплюють канат у діаметральній площині. При цьому крок запису вздовж каната може бути зменшено до рівня (30-60) мм. Гармонійного розподілу індукції магнітного поля вздовж каната в цьому разі не буде.

Проблему ускладнює нерівномірний розподіл радіальної складової індукції по колу каната – рис. 4.

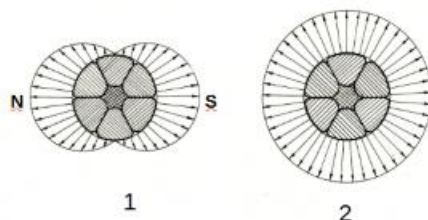


Рисунок 4 – Розподіл радіальної індукції поля мітки:

1 – поперечний запис; 2 – поздовжний запис

Тут спостерігаються дві особливості – магнітне поле по колу каната змінює полярність і в певних зонах зникає взагалі. Враховуючи можливість осьового обертання каната під час руху, необхідно використовувати два локальних датчика, розміщених в одній поперечній площині зі зміщенням на 90° з подальшим підсумовуванням вихідних сигналів. Тоді поворот каната не призведе до втрати мітки. При цьому схема зчитування радіальної магнітної індукції, на відміну від поздовжнього запису, не повина бути фазочутливою: треба реагувати на величину індукції безвідповідно до полярності. Вимоги до габаритів датчика значно жорсткіші, ніж при поздовжніх мітках: $\leq (0,3-0,4) D_k$.

На рис. 5 показаний графік розподілу радіальної індукції поля одинарної поперечної мітки на рівні поверхні каната по його колу [14].

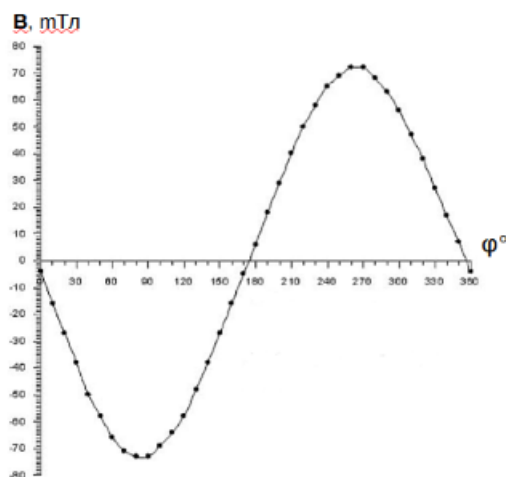


Рисунок 5 - Магнітне поле поперечної мітки на канаті

Таким чином, спосіб поперечного запису може бути реалізований за наявності малогабаритного магніточутливого датчика, чутливість якого до магнітного поля зберігається незмінною за будь якої, у тому числі нульової, швидкості переміщення каната. Величина чутливості має бути не менш рівня залишкової індукції в (50-60) мм від поверхні каната. З урахуванням

ослаблення поля з часом експлуатації цю величину можна оцінити як (30-50) мкТл за індукцією та (40-50) А/м за напруженістю, що порівняно з полем Землі в середніх широтах. До сих пір таких датчиків у промисловому виконанні не існує. Останнім часом спостерігається сплеск розробок мікромагнітоелектронних приладів з використанням різних фізичних принципів: магнітомодуляційних, перетворювачів Холла, магніторезистивних, магнітодіодних, магнітооптичних [15-17]. Деякі з цих приладів можуть бути основою розробки малогабаритного датчика радіальної магнітної індукції поперечної мітки. При цьому перевагу слід віддати магнітомодуляційним датчикам (ферозондам) завдяки властивих їм особливостям: висока чутливість, незалежність від швидкості переміщення носія, відсутність режимного зміщення вихідної напруги, можливість внутрішньої компенсації зовнішнього постійного магнітного поля (наприклад, поля Землі), висока стабільність та економічність, особливо при імпульсному режимі збудження [15,18].

Як приклад відносно малогабаритного серійного феррозондового датчика індукції магнітного поля можна вказати на серію датчиків НВ0391.5 фірми Magnetic SPB [19]. Самий малогабаритний варіант виконання у вигляді циліндра має розміри $\varnothing 12 \times 20$ мм. Діапазон вимірювання 1,0 мТл, чутливість 10 мкТл, дрейф нульового рівня < 2 нТл, частотність ≥ 800 Гц, робоча температура до 120°C . Деякі з датчиків мають вбудовану компенсаційну обмотку для нейтралізації постійного фонового магнітного поля.

Можна також відзначити трикоординатний феррозонд Fluxgate Sensor FLC3-70 фірми Stefan Mayer Instruments [20] – рис. 6. Він має циліндричну форму розмірами $\varnothing 25 \times 50$ мм. Діапазон вимірювання 200 мкТл, чутливість 0,5 мкТл, дрейф нульового рівня < 2 нТл, частотність ≥ 1 кГц, робоча температура до 125°C .

Обидва феррозонди можна використати для конструювання промислових зразків пристрою зчитування поперечних магнітних міток з канату в якості чутливих елементів датчика



Рисунок 6 – Загальний вигляд феррозонда FLC3-70

У разі поперечних міток відсутній безперервний квазігармонійний магнітний запис вздовж каната як при поздовжніх мітках. Послідовність роботи датчика зчитування міток при русі каната: Z-O-Z-O-Z... Тут Z – наявність поля будь якої полярності (N або S), O – відсутність поля. За

рахунок цього квант контролю переміщення буде вдвічі менше, ніж при повздовжньому запису за тієї ж канальності зчитування і кроці запису міток. Для найбільш ходових підйомних канатів діаметром (25-40) мм товщина полюсних накінецьників індуктора головки нанесення поперечних магнітних міток має бути близько (7-8) мм. При цьому крок запису вздовж каната з урахуванням (1) можна прийняти 60 мм. Використавши триканальне зчитування датчиками, зміщеними на 120^0 (20 мм), можна отримати квант контролю переміщення рівним $1/3$ від кроку, тобто 20 мм. Багатоканальність необхідна також для автоматичного визначення напрямку руху. На канатах діаметром до 25 мм можна зменшити товщину полюсних накінецьників і крок намагнічування, довівши квант контролю переміщення до 10 мм.

Висновки

1. Перехід від повздовжнього замагнічування каната до поперечного дозволяє суттєво зменшити квант контролю переміщення.
2. Проблема, ускладнена характером розподілу радіальної індукції поперечної мітки навколо каната. Вона вирішується використанням двох датчиків в одній площині зі зміщенням на 90^0 і відмовою від традиційних фазочутливих схем детектування.
3. Сучасна елементна база магнітоелектроніки дозволяє створити малогабаритний феррозондовий датчик для зчитування поперечних міток.

Посилання

1. Крижановський О.М. Показчик глибини для шахтних багатоканатних підйомних машин / Крижановський О.М., Бейдерман М.Ю. // Питання гірничої механіки. – Київ.: Зб. праць інституту гірничої справи ім. М. Федорова. – 1959, - № 6. - с. 17-24.
2. Шупов В.П. Анализ режимов работы многоканатных клетевых подъемных установок // Многоканатный подъем на шахтах Криворожского железорудного бассейна. – М.: Черметинформация, серия 2, информация 8. – 1969, - с. 11-16.
3. Шупов В.П. Программирование движения позиционных транспортных механизмов / Шупов В.П., Бизин И.В. // Механизация и автоматизация производства. - 1974, - № 5, - с. 41-43.
4. Миц В.Н. Экспериментальное исследование магнитной записи на шахтных стальных подъемных канатах // Вопросы горной электромеханики. - 1962, - вып. 5, - с. 100-121.
5. Миц В.Н. Магнитное поле продольной записи и устройство для её воспроизведения // Горная электромеханика и автоматика. – 1965, - вып. 3, - с. 74-80.
6. Белоцерковский А.А. Определение минимально допустимых расстояний между магнитными метками на стальном канате // Известия вузов. Горный журнал. – 1964, - № 11, - с. 167-173.

7. Бизин И.В. Бесконтактное устройство контроля местоположения шахтного подъемного сосуда / И.В. Бизин, В.П. Шупов, Ю.А. Пащенко // Горный журнал – 1968, - № 6, - с. 59-61.
8. Шупов В.П. Устройство считывания магнитной записи с шахтных подъемных канатов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической информации – 1969, - № 8 (604), - с. 19-22.
9. Шупов В.П. Углеродистые конструкционные стали как носители информационных магнитных меток // 15 International Conference “Strategy of Quality in Industry and Education” – 2019, Varna, Bulgaria, - p. 220-227.
10. Мельничук О.С. Применение магнитной записи на тяговом канате для автоматизации монорельсовой канатной дороги / О.С. Мельничук, К.Н. Маренич // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. Пошук молодих: зб. наук. праць 5 Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів, 16-19 травня 2005 р., м. Донецьк / ДонНТУ. – Донецьк, 2005, - с.18-20.
11. Шупов В.П. Запись магнитных меток на стальные канаты// Механизация и автоматизация производства. - 1977, - № 12, - с. 29-31.
12. <https://www.dssercat.com/content/obosnovanie-parametrov-syakhnykh-mnogokanatnykh-podemnykh-ustanovok-na-osnove-issledovaniya>
13. http://vega.phys.msu.ru/files/pract_i/54.pgф
14. http://imlab.narod.ru/M_Files_70/umi_70.htm
15. Бараночников М.Л. Микромагнитоэлектроника. – М.: ДМК Пресс, - 2001, – 544с.
16. Шайда Р.П. Вибір магніточутливих датчиків для дослідження інформаційних характеристик магнітних полів / Шайда Р.П., Шупов В.П. // Нові технології. – Кременчук, - 2008, - № 1 (19), - с.183-188.
17. <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1318.pdf>
18. Бизин И.В. Бесконтактный метод контроля длины стальных канатов/ Бизин И.В., Шупов В.П., Пащенко Ю.А. // Контрольно-измерительная техника. – Львов / «Вища школа», - 1975, - вип. 17, - с.100-105.
19. <https://magnetic.spb.ru/products/category/datchiki>
20. <https://www.stefan-mayer.com/en/products/magnetometers-and-sensors>

ЗМІСТ CONTENTS

(прізвища авторів і назви доповідей наведені мовою оригіналу)
(authors surname and the list of reports correspond to originals)

СЕКЦІЯ 1: ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ SECTION 1: INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Балакін В.Ф., Хохлова Т.С., Ступак Ю.О. Зелений перехід як поштовх до переосмислення та редизайну окремих компонент освітньої програми підготовки фахівців з металургії	6
Бондар О.В., Хоменко Г.В. Тролінг як форма соціальної провокації: вплив, мотивація та перспективи в інтернет-середовищі	20
Борисова С.В. Іншомовна освіта в контексті професійної підготовки майбутніх графічних дизайнерів	23
Бусарова Т.М., Гришечкіна Т.С. Підтримка академічної доброчесності здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання	26
Грицай О.В. Використання засобів дистанційної освіти для контролю знань здобувачів освіти птнз III рівня акредитації	28
Демещенко І.В. Інформаційно-комунікаційні технології у підготовці сучасних конкурентоспроможних працівників в галузі машинобудування з професій верстатник широкого профілю та оператор верстатів з програмним керуванням	32
Dimitrov Sergey Перспективи на проекти за кредитна мобилност, финансирани по програма ЕРАЗЪМ+ и анализ на общата дейност	35
Дмитренко А.В. Сучасні освітні технології та забезпечення навчання в змішаному та он-лайн форматах	37
Журавель Г.Ю. Застосування інтерактивних інформаційно-комунікаційних засобів навчання в дистанційній освіті створених на базі цифрових навчальних платформ	42
Зінченко А.Л., Зінченко С.М. Фактори діагностики конкурентоспроможності фахових молодших бакалаврів на регіональному ринку праці в умовах організації освітнього партнерства	46
Илиева Галина Научноизследователска дейност в Технически университет – Варна	48
Козлов Г.О., Швайка Н.В., Ясенова О.О. Від теоретичного навчання до професійної діяльності студентів в умовах дистанційного навчання ...	52
Кузнецов О.А., Дощенко О. Історія та культура України як основа формування національної ідеології	55
Лотиш Н.Г., Сеньківська Л.І., Кравченко Т.Ю., Папінко Р.М., Усенко Д.В. Індивідуалізація навчального процесу в медичній освіті: роль та переваги вибіркового навчальних дисциплін	62

Мілютіна О.С., Таранова Р.О., Каплун О.А., Годована Н.Б., Погоріла І.О.	
Домашній експеримент з геометричної оптики в умовах змішаного навчання	67
Наконечна Л.Й., Наконечний Я.В. Про використання штучного інтелекту в освіті	72
Погоріла І.О., Мілютіна О.С., Семенченко Т.О., Корнєєва І.А., Годована Н.Б. Лабораторний практикум з фізики та дистанційне навчання	75
Статівкіна С.М. Інформаційно-комунікаційні технології та їх роль в освітньому процесі під час навчання онлайн та офлайн	80
Стрілець А.Є., Логоша Л.Г. Штучний інтелект в освітньому процесі: переваги та недоліки використання	84
Тисевич Т.В. Емоційні потреби студентів в умовах навчання у виші	88
Тріфаніна Л.С. Астротурфінг, як інструмент маніпулювання	90
Khara M.V., Nikolaienko I.V., Bochevarov I.O., Sarakhman A.V. Implementation of innovative training formats	93
Khudiakova Maryna Comparative study of effective results for dental listeners of thematic improvement with project-based learning technology on the postgraduate stage of education during the control experiment	95

СЕКЦІЯ 2: СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ НАУКИ І ВИРОБНИЦТВА SECTION 2: MODERN PROBLEMS OF SCIENCE AND PRODUCTION DEVELOPMENT

Білоцерківець В.В., Завгородня О.О., Завгородній К.О. Засади та драйвери розвитку експортного потенціалу національної економіки	101
Вовк А.О., Брага В.В., Сігарьов Є.М., Похвалітий А.А., Філіна О.А. Дослідження захисної дії аргону в диспергованому потоці при випуску розплаву з конвертера	106
Vodin Ihor Analysis of metal scraps of manganese ferroalloys and the possibility of using them to obtain ferromanganese FeMn88	110
Губа Р.М., Костяний К.П., Надточій А.А. Термодинамічний аналіз неметалевих включень при обробці сталі кальцієм	114
Губенко С.І., Беспалько В.М. Особливості складу, структури та перетворень у боридних включеннях в сталі 04X14T3P1Ф	118
Губенко С.І., Парусов Е.В. Про рівень пластичності міжфазних границь гетерофазних включень «дисперсні фази в неметалевій матриці» за високотемпературної деформації сталей	123
Єськов Д.В., Сігарьов Є.М., Крячко Г.Ю., Похвалітий А.А., Марковець М.О. Обмеження дуттьового режиму шлаковим при ковшовій десульфурзації чавуну	128

Завгородня О.О., Жаданос О.В., Потан М.О. Взаємозв'язок між концепціями сталого розвитку, ощадливого виробництва та індустрії 4.0	133
Kalashnyk Ganna, Kalashnyk-Rybalko Myroslava Improvement of the mathematical simulation method of protons and neutrons flows through biological substances at the altitude of aircraft flights	137
Каряченко Н.В. Врахування основних динамічних факторів у пристроях з рухомим навантаженням	141
Кононенко Г.А., Кімстач Т.В., Подольський Р.В., Сафронова О.А. Вимоги до товстого листа в залежності від застосування та умов експлуатації	144
Коцур В.С., Хоменко Г.В. Фактчекінг як інструмент перевірки достовірності інформації	150
Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Дейнеко Л.М., Пінчук В.Л. Удосконалення технології зміцнення інструменту для холодної прокатки тонкостінних корозійностійких труб з використанням нанотехнологій	154
Круть А.В., Сігарьов Є.М., Похвалітий А.А., Чубіна О.А., Кондрашенков Д.С. Стійкість зварних наконечників кисневих фурм	165
Крячко Г.Ю., Сігарьов Є.М., Матина І.М., Лецинський О.О. До питання раціональних параметрів повітряних фурм	170
Лобанов Ю.С., Сігарьов Є.М., Руденко М.Р., Пасс І.Г. Полікомпонентні брикети у металошихті	173
Мирошниченко Г.О., Педько А.Б. Методичні підходи до оптимізації асортименту виробничого підприємства	177
Перчун Г.І., Івченко А.О. Експериментальне дослідження впливу активної холодної деформації на властивості арматурного прокату в процесі його виготовлення	180
Rylypenko M.M. Obtaining pure iron for nuclear power industry	184
Рибалко І.М., Тіхонов О.В. Якість чавуну за різних способів модифікування його магнієм	187
Серіков Я.О. Дослідження неруйнівних методів контролю для обстеження пошкоджених будівельних об'єктів з метою забезпечення безпеки при подальшій експлуатації	191
Сиротенко А.Л., Зінченко С.М. Підвищення фізико-механічних властивостей матеріалів на основі використання інтенсивної пластичної деформації	196
Soloviova I.A., Nykolayenko Yu.M. Investigation and prediction of pipe accuracy in sink drawing	198
Soloviova I.A., Nykolayenko Yu.M. Research of the accuracy and quality of rolling pipes from titanium and its alloys	202
Спірін Е.І., Гуцалова В.І. Деякі проблеми хромування та інші засоби захисту поверхні металу	206

Супрун А.О., Ступак Ю.О., Устименко Д.А., Гончаренко А.В. Термічна обробка заготовок для прокатного інструменту у захисному середовищі аргону та можливості її вдосконалення	209
Узлов К.І., Кімстач Т.В., Ремез О.А., Білий А.П., Карнова Т.П. Обробка тиском литої бронзи БрО3А3	216
Faizova O.L., Faizova S.O., Motiakin I.V. Business image of the enterprise as a key factor of its competitiveness	219
Фалько С.О. Енергозберігаючі технології. розрахунок втрат енергії в вихрових камерах з віяловими розпилювачами	223
Філінська Т.Г., Філінська А.О., Гуцалова В.І. Інновації багатокomпонентних харчових систем як складові трансформації ринку	229
Хижняк В.Я., Модло Є.О., Литовченко О.В. Особливості виміру довжин прокату в системах автоматичного розкрою на безперервно-заготовочних станах	232
Хижняк В.Я., Модло Є.О., Литовченко О.В. Проєктування систем АСУ ТП з мінімізацією кількості збоїв і відмов датчиків	238
Цимбаленко Ігор Технологічні особливості застосування кранів-штабелерів	243
Ципліцька О.О. Виклики розвитку напівпровідникової галузі в Україні в контексті глобальної інноваційної візії	249
Шупов В.П., Модло Є.О. Про одну можливість застосування магнітних міток на сталевих канатах	252

Наукове видання

**VI Міжнародна конференція
«Інноваційні технології в науці та освіті.
Європейський досвід»**

16 -18 січня 2024 р., Дніпро, Україна

МАТЕРІАЛИ

/статті, доповіді, тези доповідей, аналітичні матеріали/

Українською, англійською та болгарською мовами

Відповідальні за випуск: Хохлова Т. С., Ступак Ю. О./

Укладачі: Хохлова Т. С., Ступак Ю. О.

Комп'ютерна верстка Ступак Ю. О.

Технічний редактор Ступак Ю. О.

Оформлення згідно зі стандартами книговидавництва – Данилевич Т.О.

Здано на складання 16.01.24. Підписано до друку 22.01.24.

Електронне видання.

Ум. друк. арк 12,9. Обл.-вид. арк. 13,7. Зам. №02-24

Видавництво “Журфонд”

49000, Дніпро, пр. Д. Яворницького, 60.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру

ДК №684 від 21.11.2001 р.

ТОВ «Дніпровський освітній центр»

49000, Україна, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 1/2

Колектив авторів

МЗ4 VI Міжнародна конференція «Інноваційні технології в науці та освіті.

Європейський досвід»: Матеріали. Електронне видання. – Дніпро: Журфонд, 2024. – 265 с.

ISBN 978-966-934-522-6

До збірника матеріалів VI Міжнародної конференції «Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід» (16-18 січня 2024 р., Дніпро, Україна)* увійшло 58 доповідей (статті, тези), що надійшли до оргкомітету та були прийняті до опублікування.

УДК 658.562.012.7