

Міністерство освіти і науки України
Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти»
Національна металургійна академія України / НМетАУ /
Фізико-технічний інститут металів та сплавів НАН України
Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ /ІнІФН/
Дніпровський освітній центр
Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного
університету
Національний авіаційний університет

Ministry of Education and Sciences of Ukraine
State Scientific Institution “Institute of Education Content Modernization”
National Metallurgical Academy of Ukraine /NMetAU/
Physico-Technological Institute of Metals and Alloys
of National Academy of Sciences of Ukraine
Institute of Integrated Education /InIE/
Dnipropetrovsk Education Center
Kharkiv Trade and Economics Institute of Kyiv National University
of Trade and Economics
National Aviation University

XII Всеукраїнська конференція молодих вчених
**«МОЛОДІ ВЧЕНІ 2021 –
ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ»**

25 березня 2021 р., м. Дніпро, Україна

М А Т Е Р І А Л И

XII All-Ukrainian Conference of Young Scientists
**«YOUNG SCIENTISTS 2021-
FROM THEORY TO PRACTICE»**

March 25 2021, Dnipro, Ukraine

P R O C E E D I N G S

Дніпро
2021

УДК 001.83(477)(06)

МЗ4

Конференцію включено (№637) до «Переліку міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених», сформованого ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» (Лист від 13.01.2021 за №221/10-37)

**Схвалено Вченою радою Інституту інтегрованих форм навчання НМетАУ
і редакційною радою конференції**

Укладачі: Т.С. Хохлова, Ю.О. Ступак

XII Всеукраїнська конференція молодих вчених «Молоді вчені 2021 – від МЗ4 теорії до практики» (25 березня 2021 р., м. Дніпро, Україна): Упорядники: Хохлова Т.С., Ступак Ю.О. - Дніпро-Дике Поле, 2021. – 236 с.

ISBN 978-617-7891-09-2

Збірник матеріалів XII Всеукраїнської конференції молодих вчених «Молоді вчені 2021 - від теорії до практики» (25 березня 2021 р., Дніпро, Україна) містить 64 публікації (доповіді, статті, тези), що надійшли до оргкомітету та прийняті до опублікування.

Proceeding of XII All-Ukrainian Conference of Young Scientists «Young Scientists 2021 - from theory to practice» (March 25 2021, Dnipro, Ukraine) contains 64 reports (articles, theses) submitted to the Organizing Committee and accepted for publication.

УДК 001.83(477)(06)

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

Тексти доповідей /статей, тез/ та їх назви в змісті відтворені мовою оригіналу, в редакції, наданій авторами або узгодженій з ними.

Оргкомітет та редакційна рада не несуть відповідальності за якість оформлення графічних елементів доповідей, коректність (щодо обсягів та ін.) запозичень з наукових робіт, а також якість відтворення формул (математичних символів), виконаних з відхиленнями від вимог.

ISBN 978-617-7891-09-2

© НМетАУ, 2021

© ІнІФН, 2021

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

ДО УВАГИ АВТОРІВ

Шановні учасники конференції!

На превеликий жаль, сподівання оргкомітету щодо закінчення протиепідемічних (карантинних) заходів у 2021 році не виправдалися... XII конференцію, як і в минулому році, були вимушені провести в заочному форматі. Але редакційною радою було прийнято до опублікування дещо більшу (порівняно з минулим роком) кількість робіт (статті, тези доповідей), серед яких є й доволі цікаві, що містять інноваційні пропозиції з доволі актуальних проблем, які потребують розв'язання. Як і минулого року, достатньо різноманітна географія учасників та широкий спектр питань, що розглядаються в доповідях, роблять матеріали конференції достатньо актуальними і цікавими для фахівців відповідних галузей.

Кожного року оргкомітетом приділяється значна увага контролю якості публікацій – як їх оформленню, так і дотриманню інших обов'язкових вимог, зокрема – академічній доброчесності та коректності запозичень з наукових робіт інших авторів. Стало вже традиційним використання для аналізу змісту робіт спеціалізованих програмних засобів, що дозволяють оперативно виявляти роботи з порушеннями правил цитування. Приємно констатувати, що в цьому році серед матеріалів, що надійшли, майже не було виявлено таких, що містять ознаки плагіату. Разом з тим, слід зазначити, що попри доволі демократичне ставлення редакційної ради до змісту публікацій, декільком авторам було відмовлено в прийомі матеріалів. Тим не менше, в черговий раз наголошуємо, що поряд з достатньо ретельним контролем якості публікацій, оргкомітет вважає за можливе обговорення (і публікацію) в рамках конференції сміливих ідей та гіпотез, які ще потребують ретельних досліджень та перевірки часом. Навіть, якщо запропоновані думки виявляться хибними та не витримають критики, можливість їх публічного обговорення є достатньо вагомим стимулом авторам більш зважено формулювати свої висновки.

Висловлюємо вдячність всім авторам матеріалів, що були надіслані на адресу оргкомітету конференції та увійшли до цього збірника. Сподіваємося, що нашу співпрацю в межах цієї та інших конференцій буде продовжено і в майбутньому. Зі свого боку оргкомітет докладе всіх зусиль, щоб заплановані конференції відповідали своєму високому статусу, проходили на належному організаційному та науковому рівнях, а їх учасники отримували всебічну підтримку щодо можливості оприлюднення своїх наукових здобутків.

Оргкомітет

TO THE AUTHORS ATTENTION

Dear conference participants!

Unfortunately, the hopes of the organizing committee for the end of anti-epidemic (quarantine) measures in 2021 were not fulfilled... XII conference, as in the previous year, were forced to be held in absentia. But the editorial board accepted for publication a slightly larger (compared to last year) number of works (articles, abstracts), among which there are quite interesting ones, which contain innovative proposals on rather topical issues that need to be solved. As last year, the rather diverse geography of the participants and the wide range of issues addressed in the reports make the conference materials quite relevant and interesting for experts in the relevant fields.

Each year, the organizing committee pays considerable attention to quality control of publications - both their design and compliance with other mandatory requirements, in particular - the academic integrity and correctness of borrowings from scientific works of other authors. It has become traditional to use specialized software to analyze the content of works, which allows you to quickly identify works with violations of citation rules. It is gratifying to note that this year, among the materials received, almost none were found that contain signs of plagiarism. However, it should be noted that despite the rather democratic attitude of the editorial board to the content of publications, several authors were denied acceptance of materials. However, we emphasize once again that along with a fairly careful quality control of publications, the organizing committee considers it possible to discuss (and publish) in the conference bold ideas and hypotheses that still need careful research and time testing. Even if the proposed opinions turn out to be wrong and do not stand up to criticism, the possibility of their public discussion is a significant incentive for authors to formulate their conclusions more carefully.

We thank all the authors of the materials that were sent to the address of the organizing committee of the conference and included in this collection. We hope that our cooperation within this and other conferences will be continued in the future. For its part, the organizing committee will make every effort to ensure that the planned conferences meet their high status, are held at the appropriate organizational and scientific levels, and their participants receive comprehensive support for the possibility of publicizing their scientific achievements.

Organizing Committee

СЕКЦІЯ 1

**«МЕТАЛУРГІЯ, МЕТАЛООБРОБКА,
МАШИНОБУДУВАННЯ.
НОВІ МАТЕРІАЛИ»**

Модератор

В.Ф. БАЛАКІН

докт. техн. наук, проф.

WORKSHOP 1

**« METALLURGY, METALWORKING,
MECHANICAL ENGINEERING.
NEW MATERIALS »**

Moderator

Valerii BALAKIN

Dr (Eng.), Prof.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ СТУПЕНЯ ДЕФОРМАЦІЇ МЕТАЛУ ПОВЕРХНІ ЖАРОМІЦНОГО СПЛАВУ INCONEL 718 ЗА МЕТОДОМ РЕЄСТРАЦІЇ МАКРОЛОКАЛЬНИХ ПОЛІВ

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

¹ LLC «Additive Laser Technology of Ukraine», Україна, Дніпро,
info@alt-print.com

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

Вступ. Процес руйнування є заключною стадією поведінки металу під навантаженням, а опір, який метал надає розвитку цьому процесу, в значній мірі визначає його конструкційну міцність. До числа найбільш загальних видів руйнування відноситься в'язке і крихке руйнування металів. В'язке руйнування, якому передує значна пластична деформація, є більш характерним для металів, ніж крихке. Основним механізмом зміцнення суперсплаву Inconel 718 є виділення дисперсних часточок вторинних фаз при термічній обробці. В залежності від способу виготовлення металовиробу відрізняються режими термічної обробки.

Мета роботи: встановити комплекс механічних властивостей термічнозміцненого Inconel 718 та дослідити зміни ступеню деформації металу поверхні за методом реєстрації макролокальних полей.

Матеріал та методика. У якості дослідного матеріалу використовували металевий круг Inconel 718 хімічний склад якого представлений в таблиці 1. після термічної обробки представленої на рисунку. 1.

Таблиця 1 - Хімічний склад INCONEL 718, % ваг.

Хімічний елемент	Вміст, %	Хімічний елемент	Вміст, %	Хімічний елемент	Вміст, %
Ni	53,50	Co	0,30	Ti	0,96
Cr	17,86	Mn	0,14	Si	0,35
Mo	2,99	Cu	0,07	C	0,015
Nb	5,01	Al	5,00	S	0,0005

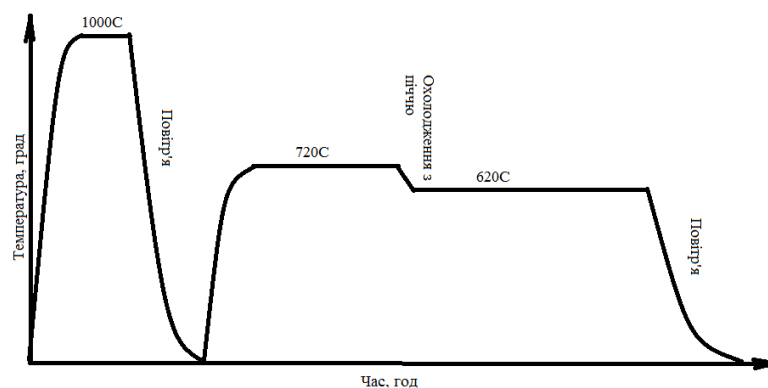


Рисунок 1 – Режим термічної обробки жароміцного сплаву Inconel 718, виготовленого за традиційною технологією

Механічні властивості визначали за стандартною методикою на випробувальній машині TTDM «Instron». Однорічне розтягування проводилось при кімнатній температурі, реєстрація полів макролокальних переміщень фіксувалось методом DIC (digital image correlation) одночасно з розтягуванням. Результати досліджень представлені на рис. 2 та в табл. 2.

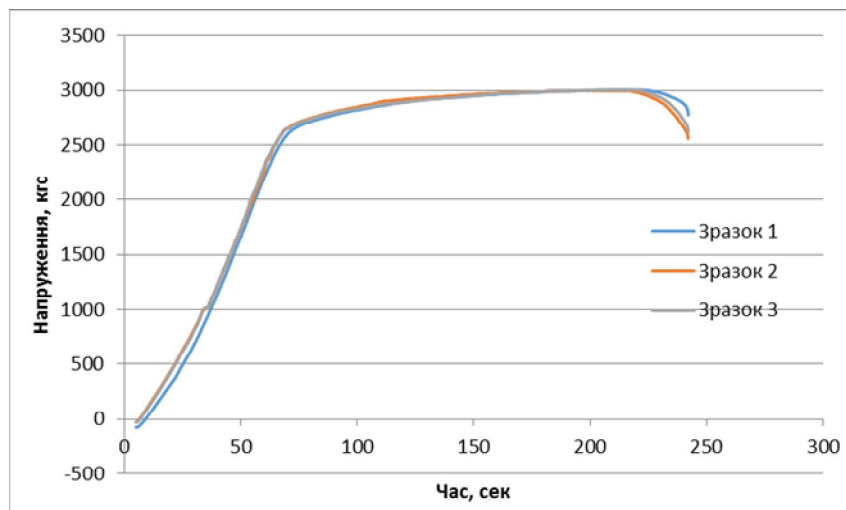


Рисунок 2 – Діаграма розтягування зразків жароміцного сплаву Inconel 718, виготовлених за традиційною технологією

Таблиця 2 – Результати випробувань на розтягування зразків жароміцного сплаву Inconel 718

Зразок №	Тимчасовий опір, МПа	Границя плинності, МПа	Відносне подовження, %	Відносне звуження, %
1	1526,2	1321,7	20,22	32,608
2	1532,4	1337,5	24,45	37,857
3	1503,6	1311,1	23,82	42,617

З діаграми розтягування (рис. 2) встановлено, що області пружної деформації приблизно однакові для усіх зразків і границя плинності має значення в діапазоні 1311...1321 МПа, максимальна точка тимчасового опору зразків - в діапазоні 1503...1532 МПа через 202 секунд після початку випробування. Виходячи з розрахунків встановлено, що зразки мають стабільні показники міцності. На підставі цього було проведено реєстрацію макролокальних полів (рис. 3, рис. 4).

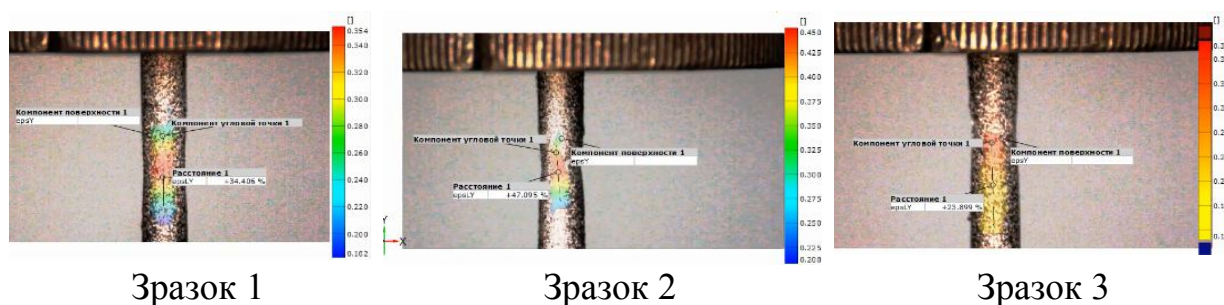


Рисунок 3 - Макролокальні поля цифрового зображення збільшення довжини

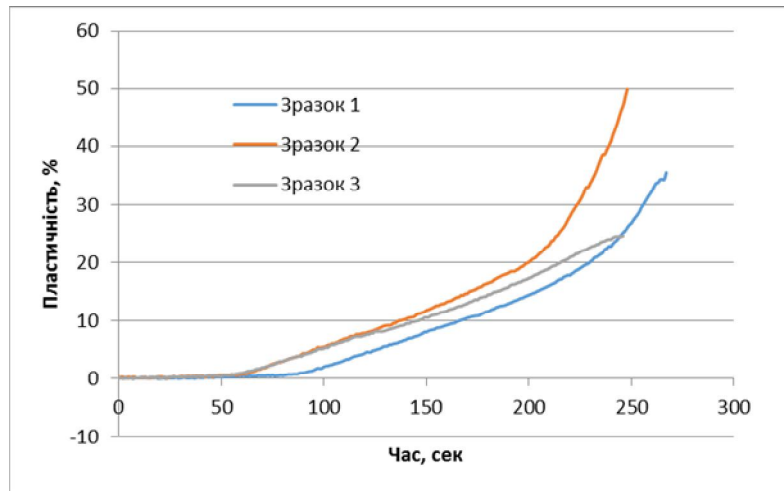


Рисунок 4- Діаграма пластичності цифрового зображення

При зіставленні результатів механічних випробувань та DIC аналізу встановлено, що відносне подовження на момент розривання зразка було в діапазоні 20-24%. При отриманих даних з реєстрації макролокальних полів встановлено, що на момент розриву пластичність зразка зросла до 36 % - зразок 1, до 50 % – зразок 2, до 25 % - зразок 3. Встановлено, що поверхневий та підповерхневий шар дослідних зразків отримує більшу пластичну деформацію в порівнянні з основним тілом та має менше відносне подовження приблизно на 16%, 25% та 2% відповідно.

Висновки

1. З діаграми розтягування встановлено, що області пружної деформації приблизно однакові для усіх зразків і границя плинності складає в діапазоні 1311...1321 МПа, максимальна точка тимчасового опору зразків в діапазоні 1503...1532 МПа через 202 секунд після початку випробування.

2. Встановлено, що поверхневий та підповерхневий шар дослідних зразків отримує більшу пластичну деформацію в порівнянні з основним тілом має менше відносне подовження приблизно на 16%, 25% та 2% відповідно.

Посилання

1. Аджамський С.В., Кононенко Г.А., Подольський Р.В. Симмуляція впливу остаточних напружень и параметров СЛМ – технологии на формирование области границ изделия из жаропрочного никелевого сплава Inconel 718. *Materiali mizhnarodnoї naukovo-tehничnoї konferencії «Informacijni tehnologii v metalurgії ta mashinobuduvanni»* (17-19 марта 2020, Днепр), с. 4–6. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2020.01.001>
2. Аджамський С.В., Подольський Р.В., Кононенко Г.А. Дослідження впливу шорсткості на властивості зразків зі сталі AISI 316L методом реєстрації макролокалізаційних полів. *Сучасні технології*, №4 (135), с 3- 11.

АНАЛІЗ МЕТОДИК ТА РОЗРАХУНКИ СИЛ ШТАМПОВКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС

Бакалаври Е.Ю. Бейєр, І.О. Догонов, О.Р. Євенко

Керівники – доц., канд. техн. наук І.А. Соловйова, ст. викл. Ю.М. Николаєнко

Національна металургійна академія України (НМетАУ)

Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ

м. Дніпро

Виконано аналіз відомих методик розрахунків сили штамповки заготовок при виробництві залізничних коліс. Виконані розрахунки сили осадки заготовки на пресі 20МН, сили штамповки на пресі 50 МН та сили штамповки на формовочному пресі 100 МН. За основу розрахунків прийнято методики визначення питомого тиску С.І. Губкіна, сили осадки по методиці М.Ю. Шифріна і М.Я. Соломовича, визначення значень межі плинності по термомеханічним коефіцієнтам по методиці Третьякова А.В і Зюзіна В.І, при використанні методики П.Л. Клименка. Для розрахунку сили штамповки використана методика А.Г. Тубольцева [1-6].

Приклади розрахунків і результати роботи пресів приведені на рисунках 1-5. В результаті деформацій заготовка буде мати вигляд, який наведений на рисунках 2, 3. В результаті пресування, заготовка має вигляд як на рисунку 4.

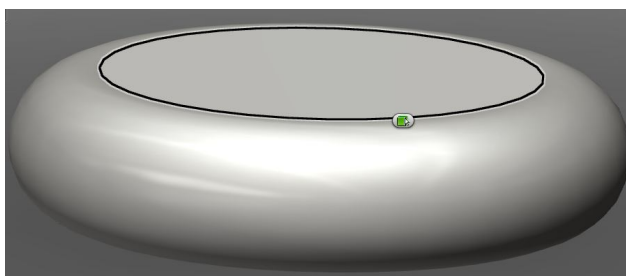


Рисунок 1 – Вид заготовки після осідання на пресі 20МН

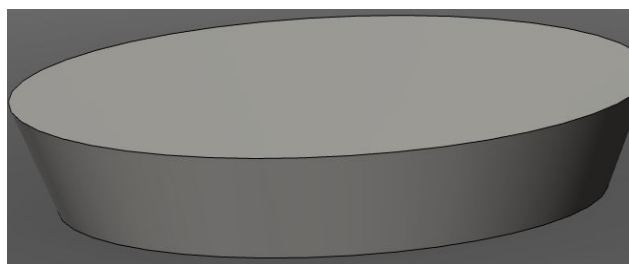


Рисунок 2 - Вид заготовки після осадки в кільці

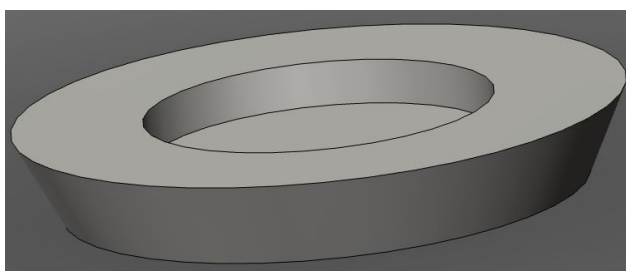


Рисунок 3 - Вид заготовки після розгонки

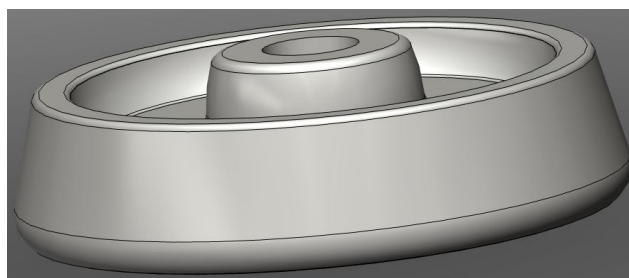


Рисунок 4 - Заготовка після штампування

Розроблена програма розрахунків сил осадки та штампування для вирішення вказаних питань запрограмована в середовищі MS Excel з використанням макросів на мові VBA. Програма дозволяє робити розрахунки сили штампування колісної заготовки за схемою з використанням трьох пресів, один з яких робить осадку заготовки в гладких плитах.

Розрахунок сили штамповки преса 100 МН

Початкові дані розрахунку	
Опис	Значення
Температура деформації на агрегаті, °С	1150
Площа поперечного перерізу до деформації, мм ²	2067975
Площа поперечного перерізу після деформації, мм ²	584643
Кінцевий тах - діаметр осадженої заготовки, мм	950
Маса поковки, кг	200
Кут α , град	2
Діаметр поверхні поковки, мм	863
Площа перерізу по вертикалі, мм ²	17260
Базисне значення межі плинності, кг/мм ²	7,8
Швидкість деформації пресу, сек. ⁻¹	0,3
Питома вага, кг/м ³	7,85
Коеф. розширення	1,045
Час окалини	1,03
Коеф. тертя	0,3

Методика виконання

Креслення

Розрахунок

P = 71,54 МН.

← Повернутись до розрахунку 50 МН

Рисунок 5 – Розрахунок сили штамповки на пресі 100 МН

Висновок

Нова програма дозволить скоротити тривалість розробки сприятливих режимів роботи гідравлічних пресів при проектуванні технології штампування нових видів коліс і переходу на схему штампування коліс сформованого сортаменту зі знизженими навантаженнями на устаткування.

Посилання

1. Разработка и освоение технологии производства железнодорожных колес на кольцебандажной линии с использованием метода конечных элементов для расчета формоизменения металла Х126010013: Отчет о НИР / НМетАУ; Инв. № 0103U002285. – Дн-ск, 2005. – 51 с.
2. Шифрин, М.Ю. Производство цельнокатаных колес и бандажей / М.Ю. Шифрин, М.Я. Соломович. – М.: Металлургиздат, 1954. – 500 с.
3. Третьяков, А.В. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением: Справочник 2-е изд. перераб. и доп. / А.В. Третьяков, В.И. Зюзин. – М.: Металлургия, 1973. – 224 с.
4. Клименко, П.Л. Расчет энергосиловых параметров прокатки с применением ЭВМ: Учеб. пособие. – Днепропетровск: ДМетИ, 1979. – 79 с.
5. Тубольцев, А.Г. Определение усилия штамповки формовочного преса при производстве железнодорожных колес // Современные проблемы металлургии. – Днепропетровск: НМетАУ, 2005. – С. 562-564.
6. Данченко, В.Н. Выбор методики и разработка программы расчета силы штамповки заготовок на гидравлических пресах при производстве железнодорожных колес / В.Н. Данченко, А.В. Шрамко, А.Г. Тубольцев, И.А. Соловьева, А.С. Голубицкий, А.А. Денисов // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2011. - № 7. - С.124-129.

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ХОЛОДНОДЕФОРМОВАНИХ ОСОБЛИВО ТОНКОСТІННИХ ТРУБ З ВИСОКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ І СПЛАВІВ

Бакалаври М.С. Бзенко, О.В. Дядик

Керівники –ст. викл. Ю.М. Николаєнко, доц., канд. техн. наук І.А. Соловійова

Національна металургійна академія України (НМетАУ)

Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ

м. Дніпро

У сортаменті сталевих труб, що випускаються промисловістю, особливе місце займають холоднодеформовані труби. Постійно зростаючий попит на такі труби обумовлюється їх застосуванням в енергетиці, автомобілебудуванні, авіабудуванні, ракетобудуванні, машинобудуванні, хімічній промисловості та інших галузях.

Здебільшого це тонкостінні труби з високолегованих марок сталей малих діаметрів аж до капілярів, які працюють в особливо відповідальних вузлах різних конструкцій. Наприклад, котельні труби з корозійностійкої нержавіючої сталі 12X18H12T, труби-оболонки тепловиділяючих елементів ядерних енергетичних установок з жароміцних і корозійностійких сталей типу 08X18H10T або ASTM TP 316.

Виробництво таких видів труб є найбільш трудомістким процесом в трубному виробництві. Існуюча технологія їх виготовлення базується на використанні станів періодичної прокатки (ХПТ і ХПТР) і волочильних станів різних типорозмірів. Трудомісткість всього процесу виготовлення зазначених труб обумовлена двома причинами:

1. Отримання трубної заготовки відбувається в кілька циклів в залежності від її геометричних розмірів і властивостей використовуваного металу.

2. Велика кількістю циклів холодної деформації чергується з хімічною і термічною обробками, які дозволяють отримати труби необхідних розмірів і якості відповідно до технічних вимог споживача.

Найважливіше місце в процесі виробництва холоднодеформованих труб займають операції отримання вихідної порожнистої заготовки. Оскільки технологічний процес отримання порожнистих гільз включає виготовлення суцільної круглої заготовки методами кування, прокатки або пресування, а також гарячу деформацію суцільної заготовки в порожнисту гільзу методами прокатки або пресування.

Традиційні методи отримання горячедеформованих порожнистих заготовок з високолегованих сталей і сплавів [1-2] є досить енергоємними і металоємними процесами. Крім того, операція гарячої прошивки супроводжується отриманням різнозернистої структури, яка зберігається аж до готових розмірів. Тому, головною умовою підвищення ефективності виробництва і якості таких труб є зниження циклічності всього процесу за

рахунок вдосконалення технології виробництва порожнистої трубної заготовки і інтенсифікації процесів деформації і термообробки труб проміжних розмірів.

В основу розробки ресурсозберігаючої технології отримання таких труб покладено три відомі технологічні ідеї:

1. Використання відцентроволитої порожнистої трубної заготовки оптимальних розмірів (для подальшої гарячої або холодної деформації).

2. Інтенсифікація деформації труб проміжних розмірів за рахунок застосування нових технологічних схем, що забезпечують більш повне використання ресурсу пластичності металу.

3. Застосування швидкісного нагріву при термічній обробці труб проміжних і готових розмірів.

Висновки

Розрахункові і експериментальні дані показали, що розроблена на базі зазначених ідей технологічна схема виробництва труб малих діаметрів з високолегованих сталей і сплавів забезпечує по всьому технологічному циклу від злитка до готової труби:

- зменшення енерговитрат в 2-3 рази;
- зниження витратного коефіцієнта металу на стадії отримання заготовки в 2,5-3 рази;
- підвищення якості металу труб за рахунок зниження вмісту неметалевих включень;
- зниження циклічності виробництва і металоємності процесу виготовлення тонкостінних безшовних труб за рахунок підвищення технологічної пластичності металу, отриманого способом відцентрового лиття;
- можливість застосування технології інтенсивних обтиснень на проміжних трубних переділах, що в свою чергу дозволить інтенсифікувати процес рекристалізації за рахунок застосування швидкісного нагріву і дасть можливість скоротити до 30-40% кількість основних і допоміжних операцій;
- мобільність виробництва при виконанні невеликих замовлень споживачів труб особливого призначення з різних сложнолегірованих марок сталі широкого сортаменту.

Посилання

1. Лезинская, Е.Я. Эффективная технология получения полых трубных заготовок повышенного качества для производства тонкостенных холоднодеформированных труб специального назначения / Е.Я. Лезинская, В.Ф. Балакин, Ю.Н. Николаенко // Теория и практика металлургии. - №2-3. - 2007. – С. 97-101.
2. Вахрушева, В.С. Ресурсосберегающая технология производства холоднодеформированных труб специального назначения из центробежнолитой заготовки / В.С. Вахрушева, Е.Я. Лезинская, Н.Н. Ярошенко, Т.Н. Буряк // Металлургическая и горнорудная промышленность. - 2000. - № 8-9. - С. 392-394.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОРГАНІЧНИХ ДОБАВОК НА НАСИПНУ ЩІЛЬНІСТЬ ШИХТИ ДЛЯ КОКСУВАННЯ

Студенти М.Д. Бобров, О.І. Жарун
Керівник - старший викладач І.Б. Ковальова
Навчально-науковий Технологічний інститут
Державний університет економіки і технологій, м. Кривий Ріг

В існуючих технологічних процесах підготовки та коксування вугілля, уловлювання та переробки хімічних продуктів утворюються відходи, кількість яких становить (у % від маси сухої вугільної шихти) [1]: викиди в атмосферу (пил, вуглеводні, оксиди вуглецю, сірки та азоту) - 0,7-0,8; феноловміщуючі стічні води - 30-40; відходи хімічних цехів (фуси, кислі смолки, кубові залишки, полімери) - 0,25-0,28. Крім того, на вуглефабриках утворюються відходи вуглезбагачення в кількості до 35-50 % від маси готової шихти.

Раціональна утилізація відходів пов'язана перш за все з найбільш повним використанням їх цінних властивостей або речовин, які в них містяться. Тому використовуються способи утилізації відходів, наприклад, шляхом додавання їх в шихту після попереднього змішання та нейтралізації [2], що призводить до підвищення насипної маси вугільної шихти. Збільшення насипної маси вугілля в камерах коксування заслуговує на увагу з точки зору підвищення використання потужностей коксохімічних заводів шляхом збільшення завантаження вугілля в камери коксування, а також з точки зору поліпшення якості коксу. Ущільнення вугільної суміші покращує її коксуючі властивості. У ряді випадків ущільнення вугільної суміші може допомогти отримувати кокс вищої якості або використовувати у більших кількостях слабоспікливе вугілля, що сприяє розширенню сировинної бази коксування.

В лабораторних умовах Технологічного інституту були проведені дослідження впливу органічних добавок у вугільній шихті на насипну щільність шихти для коксування.

Дослідницька робота. Після визначення насипної щільності вугілля до необхідної кількості вугільної шихти додаємо різні добавки (полімери і кислі смолку) в масовому співвідношенні 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 %. Додаємо невеликими порціями в різних місцях і перемішуємо за допомогою совка не менше 2 хвилин та визначаємо насипну щільність. Дані розрахунків відображені в таблицях 1 та 2, за якими побудовані графіки залежності насипної щільності вугільної шихти від кількості окремої добавки, що зображені на рисунку 1.

При проведенні дослідницької роботи визначена оптимальна кількість добавки полімерів і кислі смолки, вона складає 0,1 %. При підвищенні вмісту добавок насипна щільність вугільної шихти знижується, але при цьому знижена і маса завантаження. За даними графіків насипна щільність вугільної шихти при цьому складає 0,768 і 0,740 кг/м³, відповідно.

Таблиця 1 – Дані розрахунку залежності насипної щільності вугільної шихти від кількості добавки полімерів

№ п/ч	Добавка, %	Маса наважки, г				Середня насипна щільність, кг/м ³
		Вугілля 1	Вугілля 2	Вугілля 3	Вугілля 4	
1	0	263,7	263,81	-	-	0,778
2	0,1	261,26	260,77	259,48	259,68	0,768
3	0,2	256,80	256,71	-	-	0,757
4	0,3	251,74	251,35	-	-	0,742
5	0,4	248,70	248,09	248,18	-	0,732
6	0,5	242,45	242,67	-	-	0,716
7	0,6	240,95	241,17	-	-	0,711

Таблиця 2 – Дані розрахунку залежності насипної щільності вугільної шихти від кількості добавки кислій смолки

№ п/ч	Добавка, %	Маса наважки, г		Середня насипна щільність, кг/м ³
		Вугілля 1	Вугілля 2	
1	0	252,96	253,12	0,746
2	0,1	250,70	250,98	0,740
3	0,2	245,0	244,87	0,722
4	0,3	240,75	240,34	0,709
5	0,4	235,12	234,87	0,693
6	0,5	232,62	232,11	0,685
7	0,6	230,99	230,47	0,681

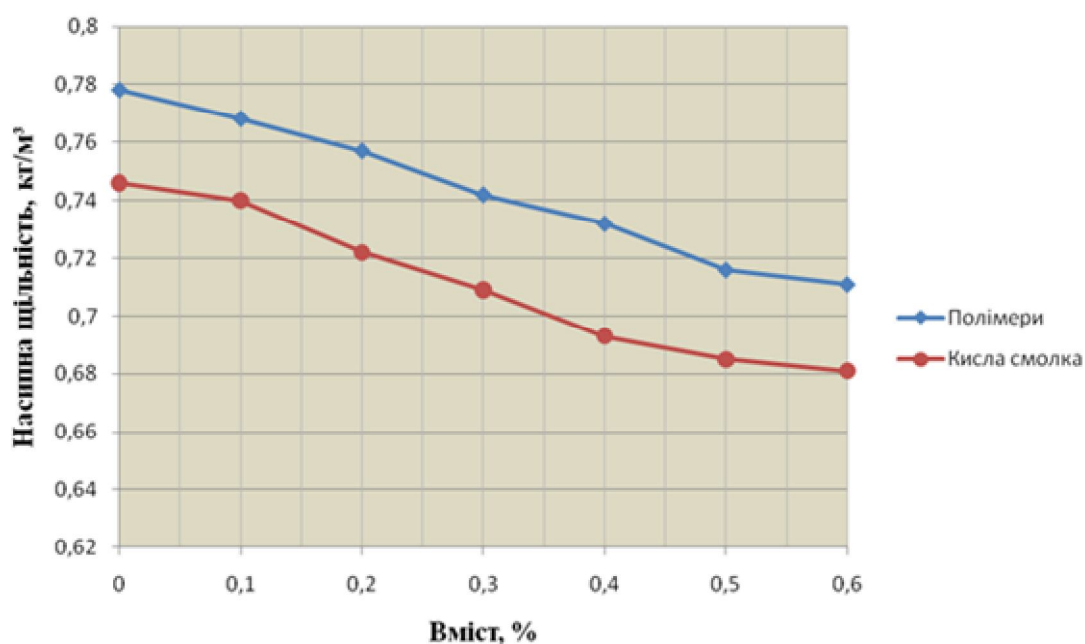


Рисунок 1 - Графіки залежності насипної щільності вугільної шихти від кількості добавки полімерів і кислій смолки

Якщо б маса завантаження зростала з підвищенням вмісту органічних добавок, то відповідно до певного рівня зростала б і насипна щільність вугільної шихти. Насипна щільність шихти - величина адитивна. Добавка органічних смолистих речовин позитивно впливає на насипну щільність не прямо пропорційно, а лише до певної величини оптимальної для максимальної щільності.

Загалом, збільшення разового завантаження шихти в камери коксування на коксохімічних заводах може бути досягнуто підвищенням насипної маси вугільної шихти. Домогтися цього можна, використовуючи наступні методи: укрупнення помелу з відповідним регулюванням гранулометричного складу; грануляція вугільної шихти; трамбування та часткове брикетування без зв'язуючого і зі зв'язуючим; обмаслювання вугільної шихти. Відомі способи ущільнення тонкоподрібнених класів за допомогою грануляції та брикетування у вітчизняній коксохімічній промисловості не знайшли поширення, тому що попереднє брикетування шихти спочатку дає ефект збільшення насипної маси, але в процесі коксування обумовлює малу усадку, що сприяє забуренню печей. Роботи з обмаслювання шихти проводяться тривалий час. Правильно підібране масло сприяє ущільненню шихти і, отже, підвищує разову продуктивність коксових печей. Застосування масляних добавок також сприяє збільшенню швидкості витікання шихти з бункерів завантажувального вагона, що у свою чергу підвищує її насипну масу в камері коксування.

Висновки

Введення масляних добавок у вигляді кислій смолки та полімерів у вугільну шихту в певних кількостях збільшує її насипну масу, забезпечує стабільність, сприяє збільшенню разового завантаження коксових печей і, відповідно, підвищенню продуктивності коксових батарей при деякому поліпшенні властивостей коксу.

Посилання

1. Гагарин С.Г. Исследования химического крыла коксохимии // Кокс и химия. - 2004. - №10. - С. 21-33.
2. Лазорин С.Н., Папков Г.И., Литвиненко В.И. Обезвреживание отходов коксохимических заводов. - М.: Металлургия, 1977. - 238 с.

ТОЧНІСТЬ ПРИ ПРОКАТЦІ ТРУБ В КРУГЛОМУ КАЛІБРІ

*Бакалаври М.С. Брусенський, С.С. Брусенський, А.С. Дорошенко
Керівники – проф., докт. техн. наук В.Ф. Балакін, ст. викл. Ю.М. Николаєнко
Національна металургійна академія України (НМетАУ)
Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ
м. Дніпро*

Поперечна різностінність труб визначається геометрією прокатної щілини і характером деформації профілю в контактних і позаконтактних зонах. У традиційних способах виробництва труб в круглому калібрі на нерухомій конусній оправці вся деформація по діаметру і стінці сконцентрована до лінії центрів робочих валків, незамкнений зовнішній контур калібру по довжині осередку деформації змінює свою форму від стрілкового овалу до кола в перерізі виходу готової труби, а деформація стінки в роз'ємі калібру і частково в випусках відбувається за рахунок розтягуючих осьових напружень при вирівнюючій дії жорстких зон за межами осередку деформації. Колмогоров В.Л. експериментально встановив величину утяжки стінки в випусках [1], яка при кутах охоплення напівпериметру труби калібром валків в межах $60-120^\circ$ визначається величиною зміщеного об'єму, що становить 50-60% зміщеного об'єму подовження труби. В роботі зазначено, що величина утяжки різко зменшується при збільшенні кута контактної зони периметра і в тісних калібрах, при кутах охоплення напівпериметру $120-180^\circ$, затяжка стінки в позаконтактній зоні відсутня.

Класичні експериментальні дослідження поперечної різностінності при розкатуванні обточених гільз в калібрах автоматстану на нерухомій конусній оправці виконані О.П. Чекмарьовим і Я.Л. Ваткіним [2]. При гарячій прокатці за маршрутом $93 \times 7,0$ $89,2 \times 5,1$ після першого проходу отримали трубу, в якій на основній частині периметра товщина стінки складає 5,1 мм, а в випусках - 6,5-6,6 мм. Отже при стисненні стінки в вершині калібру на 27,8% утяжка її в випусках складає 6,4%. Розрахунок за формулою Колмогорова для цього дослідження дає утяжку стінки в випусках, що перевищує експериментальні дані більш ніж в 2 рази. Розвиток теорії точності виконано В.М. Данченко і О.В. Чусом в роботі [3], де розроблений наближений метод визначення геометричних параметрів труби на виході з калібру, вважаючи відомими головні коефіцієнти деформації. Встановивши характер поперечної деформації, автори розглядають два випадки прокатки: периметр калібру не заповнений; весь калібр заповнений металом.

Відомі методи аналізу точності досить коректні для традиційних способів прокатки труб.

Останнім часом з'явилися нові способи виробництва труб в яких деформація стінки сконцентрована за лінією центрів робочих валків [4, 5]. Така технологія реалізується в калібрах спеціальної форми, що змінюють свій

профіль від плоского овалу з невеликими випусками по лінії центрів до круглого в перерізі виходу готової труби, за рахунок чого забезпечується створення кільцевої прокатної щілини постійного розміру на більшій частині периметра калібру, тобто висока точність стінки по периметру. Крім того, за рахунок повного охоплення оправки відбувається зміна схеми напруженого стану, з'являються розтягуючі поперечні напруження в випусках і за рахунок цього змінюється характер позаконтактної деформації. Для визначення товщини стінки в випусках застосували метод моделювання, при якому схема прокатки труб в круглому калібрі з певними припущеннями замінена схемою формозміни складних профілів в гладких валках, наприклад прокаткою хрестоподібного перетину з обтисненням тільки периферійних частин поперечного перерізу або (що ближче до реальності) прокаткою таврових профілів в ребрових калібрах з вільним розширенням [6].

Характер течії металу при прокатці таврового профілю в ребрових калібрах із вільним розширенням полос схематично показаний стрілками на рисунку 1. Вільний режим розширення визначає наявність нейтрального перетину А-А в контактній зоні, розділяє її на ділянки 1 і 2 з протидією направленою поперечною деформацією, яка на ділянці 1 створює розширення полок, а на ділянці 2 перетікає в позаконтактну зону, здійснює вплив на висотну деформацію гребня. Позаконтактна зона деформується тільки за рахунок впливу внутрішніх зав'язків з матеріалом контактної зони при обтисненні полос в калібрі і також підрозділяється на дві ділянки з протидією направленою течією металу, яка розділена нейтральним перетином В-В. На ділянці 3 відбувається збільшення ширини гребня за рахунок бокового тиску із сторони перетікання металу із контактної зони і зменшення висоти її за рахунок загальної повздовжньої деформації профілю. Ділянка 4 деформується тільки за рахунок повздовжнього розтягування з зменшенням висоти і ширини, тобто висотна і поперечна деформація цієї ділянки представляє собою утяжку.

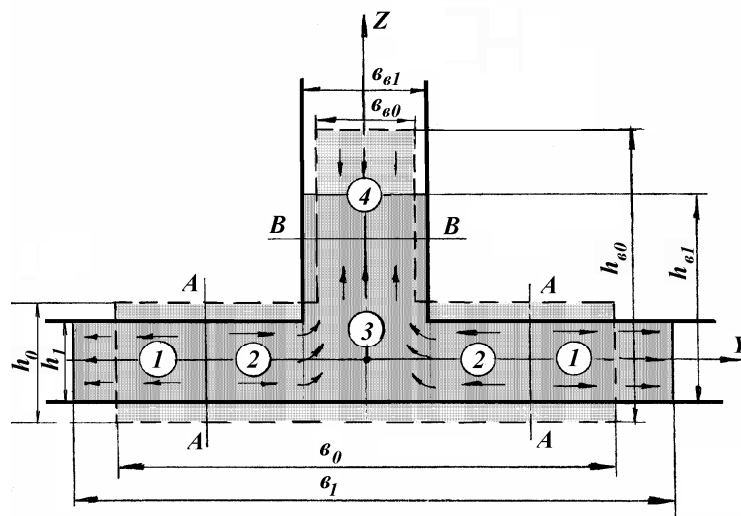


Рисунок 1 - Схема деформації таврового профілю в ребровому калібрі:
пунктир – форма заготовки; суцільна лінія – готовий тавровий профіль після деформації

На підставі аналізу зміщених об'ємів і застосуванні умов суцільності при взаємовпливу контактних і позаконтактних зон, а також з врахуванням емпіричних поправок, отримана універсальна формула для розрахунку товщини стінки в випусках, яка з достатньою точністю відображає кінематику течії металу як в традиційних способах прокатки труб, так і за новою технологією деформації стінки за лінією центрів робочих валків [7]

$$S_{\theta} = \frac{S_0}{\exp\left\{\left[1,55 \frac{(\pi - 2\theta)}{\pi} \frac{S_1(d_1 - S_1)}{S_0(d_0 - S_0)} - 0,2\right] \ln \frac{S_0}{S_1}\right\}} \frac{d_0 - S_0}{d_1 - S_1},$$

де S_{θ} , S_0 , S_1 - товщина стінки: в випусках після прокатки, гільзи до прокатки, після прокатки в вершині калібру; d_0 - діаметр гільзи; d_1 - діаметр труби; θ - кут випуску калібру.

Знаменник першого множника формули характеризує повздовжню деформацію з урахуванням співвідношення контактних і позаконтактних зон по периметру, а другий множник описує поперечну деформацію в виді співвідношення середніх периметрів заготовки і труби.

Провели порівняння розрахункових показників точності з експериментальними даними, які отримані при прокатці труб по традиційній і новій технологіям (таблиця 1, 2). Порівняння експериментальних даних показує, що величина утяжки стінки в випусках збільшується з 6,4% по традиційній до 21,8% по новій технології, а поперечна різностінність при цьому зменшується з 28,4% до 13%.

Таблиця 1. Експериментальні показники деформації стінки в випусках при прокатці труб в круглому калібрі на нерухомій оправці

Технологія прокатки труб	Розміри гільзи, мм		Розміри труби після I проходу, мм		ΔS^* , %	S_{θ} , мм	ΔS_{θ} , %	ε , %
	діаметр, d_0	стінка, S_0	діаметр, d_1	стінка, S_1				
Традиційна	93,0	7,0	89,2	5,1	27,1	6,55	6,4	28,4
Нова	133,0	8,7	137,0	6,0	31,0	6,80	21,8	13,3

* ΔS – обтиснення по стінці в вершині калібру; S_{θ} – товщина стінки в випусках; ΔS_{θ} – утяжка стінки в випусках; ε – поперечна різностінність труб

Таблиця 2. Розрахункові показники деформації стінки в випусках при прокатці труб в круглому калібрі на нерухомій оправці

Технологія прокатки труб	Кут випуску калібру, θ , град	Товщина стінки в випусках, $S_{\theta p}$, мм	Утяжка стінки в випусках, $\Delta S_{\theta p}$, %	Поперечна різностінність труб	
				ε , %	похибка розрахунку, %
Традиційна	35	6,16	12,0	20,8	5,9
Нова	20	6,42	26,2	7,0	5,6

Висновок

Розрахункові данні адекватно відображають характер зміни товщини стінки в випусках. При цьому похибка розрахунку в порівнянні з експериментом не перевищує 6%, тобто формула є достатньою для інженерних розрахунків точністю враховує реальну нерівномірність формозміни для будь-якої технологічної схеми – при поперечному стисненні і зменшенні периметра в традиційних способах прокатки труб і при поперечному розтягуванні і збільшенні периметра в процесах прокатки труб по новій технології за лінією центрів робочих валків. Формула також пояснює феномен підвищення точності не тільки за рахунок високої концентричності прокатної щілини на виході із осередку деформації, але за рахунок суттєвої зміни схеми напружено-деформованого стану в випусках при регламентованій поперечній течії металу. Теоретична точність при прокатці труб за новою технологією підвищується внаслідок збільшення утяжки стінки в позаконтактних зонах в 2,2 рази і зменшенні при цьому поперечної різностінності в 3 рази.

Посилання

1. Колмогоров, В.Л. Формоизменение при прокатке в круглом калибре. Теория обработки металлов давлением / В.Л. Колмогоров. – М.: Металлургиздат, 1963. – 617 с.
2. Чекмарев, А.П. Основы прокатки труб в круглых калибрах / А.П. Чекмарев, Я.Л. Ваткин. – М.: Металлургиздат, 1962. – С. 163-171.
3. Данченко, В.Н. Расчет геометрических параметров трубы при прокатке в круглом калибре на оправке. Обработка металлов давлением. Сб. научных трудов / В.Н. Данченко, А.В. Чус. - №59. – М.: Металлургия, 1978. – С. 250-257.
4. Пат. России №2148445. Способ прокатки труб. – Бюл. №13. - 10.05.2000.
5. Декларационный патент Украины №31554А. Способ прокатки труб. Бюл. №7-11. - 15.12.2000.
6. Мутьев, М.С. Уширение и средний коэффициент вытяжки при прокатке с неравномерным обжатием. Теория прокатки / М.С. Мутьев. – М.: Металлургиздат, 1962. – 264 с.
7. Технология производства бесшовных труб продольной прокаткой с применением способа деформации за линией центров рабочих валков: Коллективная монография: Совершенствование производства стали, труб и железнодорожных колес / Под ред. А.Г. Величко, В.И. Большакова, В.Ф. Балакина // В.Ф. Балакин, В.В. Перчаник, К.С. Белан, Ю.Н. Николаенко, Ю.Д. Угрюмов. – Днепропетровск: ЧМП «Экономика», 2015. – 500 с. – С. 57-71.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДАЛЕННЯ ВОЛОГИ ІЗ ШАРУ ШИХТИ ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ ПРОЦЕСУ АГЛОМЕРАЦІЇ

Магістрант С.В. Буряк

Керівник – доц., канд. техн. наук М.Р. Руденко

Магістрант Р.М. Руденко

Доцент, канд. техн. наук М.А. Кащев

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

Метою роботи є визначення динаміки видалення вологи, та зміну температури по висоті шару агломераційної шихти.

Для підвищення газопроникливості агломераційну шихту зволожують і огрудковують. В склад шихти входить значна кількість тонкодисперсних матеріалів які погіршують якість огрудкування і знижують газопроникливість шару шихти. Як перезволоження, так і недозволоження призводить до значного зниження газопроникливості, швидкості спікання, умов спалювання твердого палива, погіршення якості агломерату та зниження продуктивності аглоустановки [1. 2. 3].

Крім того в процесі спікання відбувається перезволоження порівняно холодної частини шихти. Тому контроль і регулювання процесу вологовидалення є важливим фактором покращення показників процесу спікання [3].

В лабораторії кафедри металургії чорних металів ім. В.І. Логінова Дніпровського державного технічного університету проведено дослід з шихтою, що відповідає складу аналогічному ПАТ «Дніпровський меткомбінат». Виконаний аналіз результатів дослідів показує, що вологовидалення в процесі агломерації протікає безперервно. Однак кількість вологи, що видалається, неоднакова в різні періоди часу (рис. 1).

В період запалювання агломераційної шихти інтенсивно випаровується волога верхнього шару шихти.

Газ насичує також волога продуктів горіння горнових газів.

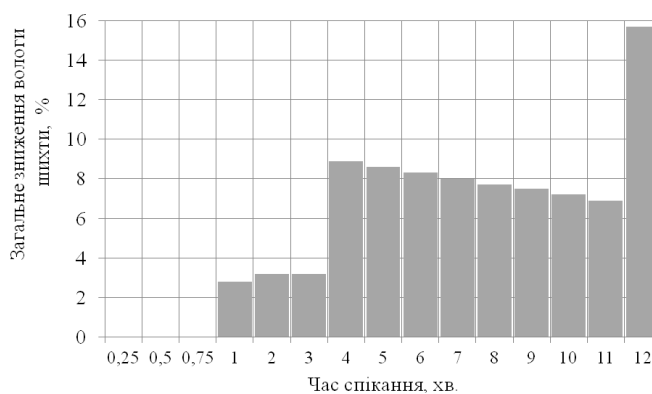


Рисунок 1 – Динаміка видалення вологи з шару шихти в процесі спікання агломераційної шихти

Попадаючи в нижні холодні шари, газовий потік охолоджується і пересичується водяною парою, по відношенню до температури вихідної шихти. Досягаючи точки роси починається процес конденсації надлишкової вологи, та перезволоження шихти. Одночасно відбувається нагрів шихти за рахунок тепла, що виділяється в процесі конденсації, та передається газом. В результаті кількість вологи, що видалається в

початковий період, незначна. На рис.2 представлено розподіл зміни температури по висоті шару що спікається.

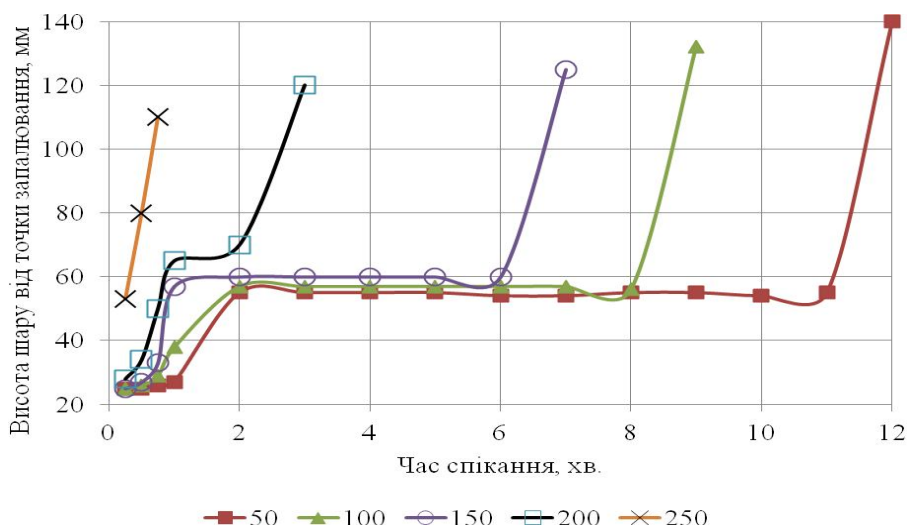


Рисунок 2 – Зміна температури шихти по висоті шару при агломерації

Таким чином волога шихти видаляється безперервно з різною швидкістю в процесі спікання. Нерівномірність вологовидалення знаходиться в прямій залежності від розвитку процесів теплообміну між газами і шихтою, площею поверхні контакту і в значній мірі, від газодинаміки шару шихти.

В подальшому для виробничих умов передбачається проведення дослідів з визначення кінетики видалення вологи на різних горизонтах шару шихти.

Висновки

Визначено динаміку видалення вологи з шару агломераційної шихти для шихтових умов ПАТ «Дніпровський меткомбінат». Встановлено, що вологовидалення протікає безперервно. Визначено кількість вологи, що видаляється в різні проміжки часу. Встановлено зміну температури шихти по висоті шару при агломерації.

Передбачається проведення дослідів з визначення кінетики видалення вологи на різних горизонтах шару шихти при різних вакуумних режимах. Це дозволить розробити пропозиції по зменшенню впливу перезволоження на структуру шару шихти.

Посилання

1. Коротич В. И., Пузанов В. П. Газодинамика агломерационного процесса. — Москва: Металлургия, 1969. - 208 с.
2. Коротич В. И., Фролов Ю. А., Каплун Л. И. Теоретические основы технологий окускования металлургического сырья. Агломерация: учебное пособие. — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. - 417 с.
3. Теоретичні основи виробництва окускованої сировини: Навчальний посібник (МОН) /Д.А. Ковальов, Н.Д. Ванюкова, В.П. Іващенко та ін. - НМетАУ. - Дніпропетровськ: ІМА-прес. 2011. - 476 с.

УПРАВЛІННЯ ТЕРМООБРОБКОЮ СОРТОВОГО ПРОКАТУ НА БЕЗПЕРЕРВНОМУ СТАНІ

Магістрант В.В. Гамота

*Керівник – доц., канд. техн. наук М.В. Михайловський
Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

Термомеханічна обробка прокату, особливо арматурного, з прокатного нагріву – високоефективний крок в розвитку безперервних дрібносортних станів. Технологія й устаткування цього технологічного процесу швидко розвиваються, однак автоматизація управління процесом недостатня. Так, досі не вирішена проблема створення засобів контролю властивостей продукту в потоці виробництва та управління формуванням структури термозміцнюваного прокату в процесі його примусового охолодження.

На механічні властивості прокату впливає безліч факторів, пов'язаних з якістю вихідної заготовки, а так само з параметрами, що характеризують процес термомеханічної обробки. Таке різноманіття факторів процесу виробництва і продукту викликає неможливість їх автоматизованого контролю безпосередньо під час виробництва.

Аналіз показує недосконалість алгоритмів автоматизації процесу. В свою чергу, це викликано відсутністю відповідного виконавчого органу-регулятора витрати охолоджуючої води.

Вихід з такої ситуації ми бачимо в автоматичному контролі доступних для вимірювання змінних параметрів і автоматичної стабілізації їх в деяких межах відносно заданих технологічною інструкцією параметрів, а також досвідом оператора установки. З такого підходу випливає задача розробки алгоритму управління термообробкою сортового прокату. При цьому наявна дискретність продукту (розкату) підказує доцільність відповідного дискретного управління.

Для прогнозування механічних властивостей готового розкату необхідно мати інформацію про наступні параметри: діаметр розкату, масову частку вуглецю в сталі, середньомасову температуру розкату на виході установки термозміцнення (температуру самоотпуску), температуру поверхні розкату на виході установки термозміцнення.

Технічно можливо контролювати кількість магнітної фази в розкаті [1], температуру охолоджуючої рідини і температуру поверхні розкату на виході установки термозміцнення.

Поперечні геометричні розміри арматурного розкату, зокрема, його діаметр не вимірюються в потоці стану, зважаючи на відсутність відповідних датчиків, а контролюються побічно – за масою погонного метра розкату вже після холодильника. Тому на практиці діаметр розкату приймається апіорі – за номером прокатного профілю.

Середній вміст вуглецю в сталі також приймається апіорі – за результатами проби з ковша.

Основні причини нестабільності властивостей готового розкату:

- нерівномірність нагрівання вихідної заготовки по довжині;
- температурний клин, що сформувався в процесі прокатки заготовки;
- підвищена температура кінцевої ділянки розкату, викликана розгоном розкату після виходу його з останньої (випускної) кліті.

Абсолютна зміна температури кінця прокатки на одній заготовці може сягати $25...35^{\circ}\text{C}$ при середній температурі $1050...1150^{\circ}\text{C}$, а зміна швидкості розкату – до 10% [2].

Ще одна причина нестабільності властивостей розкату – відхилення фактичних поперечних розмірів розкату від заданих. Її величину можна оцінити за максимально допустимою похибкою відхилення маси погонного метра розкату, яка для арматурного розкату з діаметром до 10 мм становить $\pm 8\%$, від 10 мм до 14 мм становить $\pm 5\%$, а більше 14 мм $\pm 4,5\%$ [2].

Розроблену модель формування структури термозміцненого розкату наведено на рис. 1.

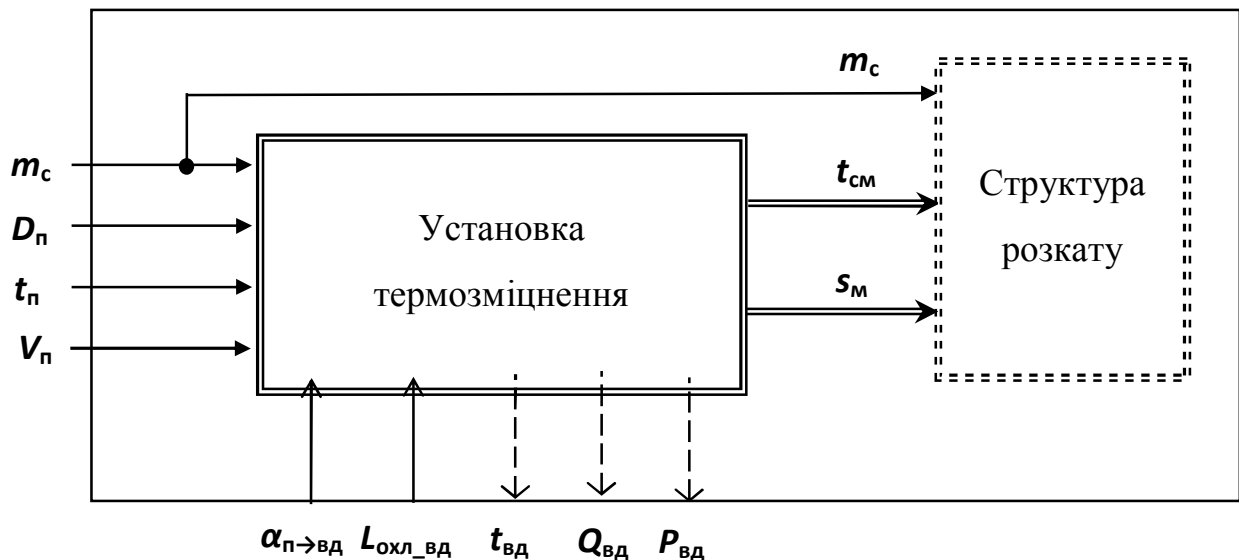


Рисунок 1 – Модель формування структури термозміцненого розкату

Вхідний вектор стану розкату: m_c – відносний вміст вуглецю в сталі, D_n – діаметр розкату, t_n – температура розкату на вході в установку термозміцнення (температура кінця прокатки), V_n – швидкість розкату.

Вектор управління процесом термозміцнення: $\alpha_{n \rightarrow vd}$ – коефіцієнт тепловіддачі розкат-охолоджуюча рідина, $L_{охл_вд}$ – довжина траси водяного охолодження.

Вектор стану установки термозміцнення: $t_{вд}$ – температура охолоджуючої рідини, $P_{вд}$ – тиск охолоджуючої рідини в секціях установки термозміцнення; $Q_{вд}$ – витрата охолоджуючої рідини в секціях установки термозміцнення.

Вихідний вектор структуроутворення розкату: t_{cm} – середньомасова температура розкату на виході з установки термозміцнення (температура самоотпуску), s_m – відносний вміст мартенситу в перетині розкату.

Таким чином, основними факторами, що впливають на розміри розрізу готового розкату, є зміна натягу (в більшій мірі заднього) і температури розкату, що прокатується.

Зміна натягу відбувається при прокатці початкової і кінцевої ділянок розкату внаслідок відсутності переднього і заднього натягів відповідно в кожній кліті. Натяг також деякою мірою змінюється і на середній ділянці розкату внаслідок змін температури заготовки вздовж її довжини, а також на окремих ділянках, де видалена окалина.

Стабілізація натягу дозволяє підвищити точність розмірів готового розкату і деякою мірою компенсувати вплив на них змінної температури. Великі коливання температури вздовж розкату (більше 80 °С) треба видалити шляхом регулювання температурного режиму нагріву заготовок.

Для компенсації повільних збурень режиму прокатки, що викликані порушенням температурного режиму стана після тривалих (більше 10...15 хвилин) планових або раптових зупинок стана рекомендується:

1) вимикати подачу охолоджуючої води на валки відразу після зупинки прокатки;

2) вмикати подачу охолоджуючої води з затримкою до 5...10 хвилин після початку прокатки.

Аналіз результатів розрахунків, наведених на рис. 2, дозволяє зробити такі висновки:

1. Величина рівня питомого натягу розкату найбільше впливає на збільшення поперечного перерізу на довжині до 12 м від кінця розкату.

2. «Сліди клітей» на початку групи суттєво зменшуються під час деформації в кінцевих клітках, тому форма початкової і кінцевої частин розкату майже повністю визначається рівнем натягу в чистовій групі.

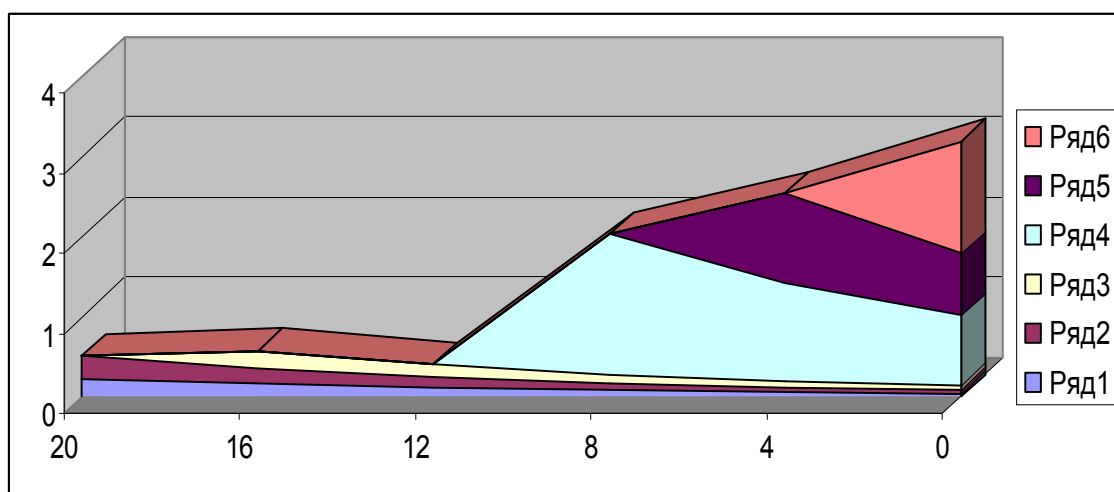


Рисунок 2 – Утворення «слідів» на кінцевій ділянці розкату

Таким чином, слід очікувати зменшення охолодження останньої ділянки до $L_k = 12$ м на кожному розкаті. Однак, можна збільшити витрату охолоджуючої води в останній період, де тривалість регулювання витрати $t_k = 1$ с.

Регулювання витрати охолоджуючої води здійснюється за допомогою блоку запірних мембранних клапанів, які встановлено паралельно з гідронасосом. Запірний мембранний клапан з пневматичним приводом і електричним управлінням [3] може використовуватися у гідромагістралях с тиском робочої рідини до 1 МПа, для управління він потребує тиск робочого повітря 0,4...0,6 МПа. Швидкодія клапана може регулюватися дроселем на магістралі стислого повітря. Дослід експлуатації таких клапанів показав, що вони мають швидкодію $\sim 0,1$ с.

Однак ці клапани не мають функції регулювання витрати рідини. Для вирішення цієї задачі запропоновано з'єднати паралельно 4 клапани і, тим самим, забезпечили дискретне регулювання витрати рідини. Для розширення можливостей регулювання запропоновано прохідні перерізи клапанів виконати різними, у співвідношенні 1 : 2 : 4 : 8. Це дозволяє отримати 15 ступенів витрати охолоджуючої рідини.

Для виключення гідравлічних ударів, що виникають в довгих трубопроводах при швидкому закриванні – відкриванні, запропоновано встановити регулюючу клапанну збірку паралельно насосу і безпосередньо за ним, що забезпечить також мінімальну довжину трубопроводів.

Висновки:

1. На основі аналізу збурень процесу охолодження сортового прокату розроблена модель формування його структури. Розрахунки за цією моделлю показали, що на довжині близько 12 м від кінця розкату площа перерізу збільшується до 9,5 %. Це потребує додаткового охолодження цієї ділянки за 1...1,5 с для вирівнювання механічних характеристик розкату по довжині.

2. Запропоновано в якості швидкодіючого регулятора витрати охолоджувача використати дискретний регулятор – збірку паралельно з'єднаних запірних мембранних електропневмогідравлічних клапанів з різними прохідними отворами.

Посилання

1. Контроль процесса термомеханического упрочнения арматурного проката при помощи датчика магнитной фазы / И.Г. Узлов, О.Г. Сидоренко, В.А. Шеремет [та ін] // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2001. – № 6. – С. 61-63.
2. Управляемое термическое упрочнение проката / И.Г. Узлов, В.В. Парусов, Р.В. Гвоздев, О.В. Филонов. – К.: Техніка, 1989. – 118 с.
3. А.с. 1707391 СССР, МКИ³ F16 K31/12 Запорный клапан / О.Н. Кукушкин, А.М. Иоффе, Н.В. Михайловский [та ін]. – № 4704056/29; заявл. 12.06.1989; опубл. 23.01.1992. Бюл. № 3 (71). – 2 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ САМОСПКЛИВИХ ЕЛЕКТРОДІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МОНОМАСИ ПОЛІПШЕНОЇ ЯКОСТІ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОКАЛЬЦІНІРОВАНОГО АНТРАЦИТУ

Студент М.В. Гращенко

*Керівники - ст. викладач вищої категорії О.О. Ясенова,
викладач-методист Г.О. Козлов*

***Нікопольський фаховий коледж Національної металургійної академії
України, м. Нікополь***

У зв'язку зі стійкою тенденцією до погіршення якості термоантрациту через виснаження природних запасів найбільш ефективним заходом, щодо підвищення фізико-механічних характеристик електродних мас є високотемпературна обробка (1800-2200° С) вуглецевих матеріалів, яка можлива в промислових електрокальцінаторах.

Для розжарювання твердих компонентів при виробництві електродної маси в промисловій практиці застосовуються, в основному, обертові барабанні печі і електрокальцінатори, що розрізняються конструкцією, теплоносієм і умовами теплопередачі.

У обертових барабанних печах прямий нагрів здійснюється у результаті безпосереднього контакту прожарюємого матеріалу з опалювальними газами. Обігрів цих печей здійснюється, як правило, газоподібним паливом. Слід, однак, мати на увазі, що обертові печі не забезпечують глибокого прожарювання вуглецевих матеріалів в зв'язку з гранично можливим нагріванням матеріалу лише до 1300-1350°С.

У електрокальцінаторах матеріал нагрівається за рахунок тепла, утвореного в результаті перетворення електричної енергії в теплову. При цьому матеріал, що піддається термообробці, виконує функцію електричного опору.

Висока температура прожарювання в електрокальцінаторах дає в результаті термообробки збільшення розміру кристалітів, велику реальну щільність і менший електричний опір електрокальцінованого термоантрациту в порівнянні з термоантрацитом газового прожарення. Проведені дослідження показують, що зі збільшенням температури термообробки антрациту зменшується вміст золи і сірки, збільшується дійсна густина і знижується показник ПЕО розглянуто на рис. 1.

В процесі прожарювання антрациту збільшується кількість вуглецю і знижується вміст летючих речовин. Крім зміни елементного складу, при термообробці в результаті протікання процесів структуроутворення вуглецевого речовини підвищується дійсна густина матеріалу, знижується питомий електричний опір і реакційна здатність, формується пориста і внутрішньо кристалічна структура.

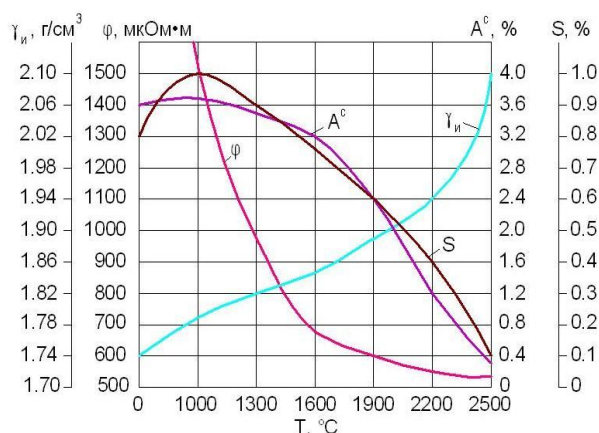


Рисунок 1. - Характеристики антрациту, прожареного при різних температурах:

T – температура термообробки, °C; $\gamma_{и}$ – дійсна густина, г / см³; φ – питомий електроопір, мкОм·м; A^c – вміст золи,%; S – вміст сірки, %.

Електрокальцінований термоантрацит, в порівнянні з термоантрацитом газового прожарення, має на 30-40% нижче показник питомого електричного опору, на 20-30% менше кількість золи, на 5-10% більшу істину щільність і 10-15% графітової складової, що дозволяє для поліпшення характеристик електродних мас не застосовувати дорогий і дефіцитний графіт в її складі при використанні електрокальцінованого термоантрациту.

Ступінь термообробки термоантрациту впливає на його властивості та фізико-механічні властивості обпаленого електрода. Особливо слід відзначити різке зниження питомого електричного опору і підвищення коефіцієнта теплопровідності при збереженні механічної міцності обпаленого електрода в міру підвищення температури прожарювання термоантрациту розглянуто в табл. 1.

Таблиця 1 - Показники якості обпаленої електродної маси в залежності від ступеня термообробки термоантрациту

Т-ра термообр. антрациту, °C	Обпалена електродна маса						
	Механічна міцність на розрив, МПа	ПЕО, мкОм·м	Пористість, %	Коеф. Тепло провідності, Вт / м · °C	Коеф. лінійного розшир., 1 / °C · 10 ⁻⁶	Критерій термостійкості Вт / м	Модуль Юнга, 10 ² МПа
1100	1,68	102	28,4	1,43	5,25	458	10,16
1300	1,74	94	29,5	2,28	5,14	515	9,84
1500	1,89	89	30,2	2,76	5,08	685	9,44
1700	2,05	85	31,8	3,51	4,93	724	9,03
2000	2,33	82	32,3	3,58	4,81	986	8,79

Для впровадження запропонованої технології виробництва мономаси (використовуваної в самоспівливих електродах), полягає в заміні 50% термоантрациту в складі шихти для отримання мономаси на електрокальцінований антрацит.

Необхідність проведення процесу прожарювання, в першу чергу, підтверджується об'ємною усадкою антрациту на 10-16% при високотемпературній обробці. Попереднє прожарювання антрациту поза електродом дозволяє уникнути усадки, деформації, а, отже, і розтріскування електрода в процесі його формування.

Висновки

1. Проведено дослідження в порівнянні якісних характеристик електродних мас на основі електрокальцінованого термоантрациту і термоантрациту газового розжарювання.

2. Встановлено, що використання в якості наповнювача при виробництві електродних мас електрокальцінованого термоантрациту знижує її рідкотекучість (без погіршення в цілому теплофізичних властивостей обпаленого електрода), що повинно сприяти зниженню схильності до сегрегації такої маси.

3. При збільшенні в електродній масі кількості електрокальцінованого термоантрациту спостерігається поліпшення теплофізичних характеристик якості обпаленого електрода, який свідчить про позитивний вплив електрокальцінованого термоантрациту на формування структури електродів.

4. Використання електрокальцінованого термоантрациту при виробництві електродних мас збільшує стійкість робочого кінця електрода за рахунок зменшення схильності електрода до руйнування.

Посилання

1. Чалих Е.Ф. Технологія вуглеграфітових матеріалів.- М.: Металургиздат, 1963.- 304с.
2. Солдатов А.І., Рогожина Т.В. Сучасна технологія електродних мас.- Челябінськ: Фрегат, 1997.- 156с.
3. Гасик М.І. Електроди рудовідновних електропечей. 2-е изд., Перераб. і доп.- М.: Металургія, 1984.- 248с.
4. Дрозднік І.Д., Кафтан Ю.С., Должанська Ю.Б., Улановський М.Л., Орлов А.В., Черкасов В.В. Антрациту: Запаси. Видобуток. Властивості. Використання // Кокс і хімія.- 2002.- №12.- С.2-8.
5. Гріншпунт А.Г. Дослідження комплексних характеристик антрацитів // Теорія і практика металургії.- 1998.- №3.- С.33-35.
6. Чалих Е.Ф. Графітація.- М.: Металургія, 1987.- 176с.
7. Уразліна О.Ю., Гасик М.М., Гасик М.І. Дослідження фізичних властивостей термоантрациту при високотемпературній прокалке антрациту // Металургійна та гірничорудна промисленість.- 2004.- №4.- С.17-20.
8. Гасик М.І., Гріншпунт А.Г. Дослідження впливу термічної обробки на структуру і деякі властивості термоантрациту для вуглецевих мас самообжігаючимися електродів // Хімія твердого топ- ліва.- 1981.- №4.- С.15-18.
9. Кашкуль В.В., Гріншпунт А.Г., Люборец І.І. Передовий досвід експлуатації рудовідновних електропечей.- М.: Металургія, 1988.- 88с.
10. Гасик М.І. Самообжігаючі електроди рудовідновних електропечей.- М.: Металургія, 1976.- 368с.

11. Максименко М.С. Основи електротермії. М.: ОНТИ, 1937. -238с.
12. Гаврилов В.А., Поляков І.І, Поляков О.І. Оптимізація режимів роботи фероосплавних печей.- М .: Металургія, 1996. -176с.
13. Гасик М.І., Лякишев Н.П., Емлин Б.І. Теорія і технологія виробництва ферросплавов.- М .: Металургія, 1988.- 784с.
14. Микулинський А.С. Процеси рудної електротермії. М .: Металургія. 1966. -208с.
15. Виробництво та експлуатація безперервних самообжігаючійся електродів і анодів / М.І. Гасик, Р.І. Рагуліна, О.К. Львова и др М .: Металургія, 1965.- 254с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА НЕСУЧУ СИСТЕМУ ЗЧЛЕНОВАНОГО КОНТЕЙНЕРОВОЗА З БУГЕЛЬНОЮ РАМОЮ

Аспірант Д.І. Грищенко

Керівник — д-р техн. наук, професор О.О. Бейгул

канд. техн. наук, доцент В.О. Бейгул

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

Перспектива розвитку механізації технологічних транспортних операцій у металургійному виробництві тісно пов'язана з залученням нових транспортних засобів, у тому числі нетрадиційних компоновок. Так, для виконання перевезень, пов'язаних з автономним навантаженням, транспортуванням, розвантаженням та складуванням контейнерів ефективним слід вважати технологічний спецавтотранспорт з бугельною рамою. Для науково обґрунтованого вибору таких несучих конструкцій вирішальну роль відіграють динамічні навантаження, формування яких описується математичною моделлю процесу збуреного руху контейнеровоза в умовах технологічних доріг металургійного виробництва.

У ряді джерел [1, 2] описані автотранспортні засоби для транспортування вантажів у контейнерах та пакетах. Робота [3] цілком присвячена контейнеровозу з бугельною рамою. Робота [4] висвітлює проблеми вибору типу несучих систем контейнеровозів з бугельною рамою. Роботи [5-7] присвячені дослідженню динаміки дволанкових систем «тягач-напівпричіп».

Вище згадані наукові праці дають загальне уявлення про контейнерні перевезення, висвітлюють конкретні конструктивні рішення, розкривають методологію динамічних досліджень зчленованих транспортних засобів, але їм не вистачає конкретики, пов'язаної з компоновочними та конструктивними особливостями зчленованої машини з бугельною рамою при визначенні розрахункових навантажень.

Мета роботи, таким чином, полягає у розробці математичної моделі формування динамічних навантажень на несучу систему зчленованого

контейнеровоза з бугельною рамою в умовах технологічних перевезень металургійного виробництва.

Схема зчленованого контейнеровоза з бугельною рамою подана на рис. 1.

У якості важливого припущення математичної моделі приймаємо, що точка кріплення напівпричепа до тягача не має вертикальних переміщень. Диференціальні рівняння коливань у збуреному русі отримуємо у формі рівняння Лагранжа другого роду

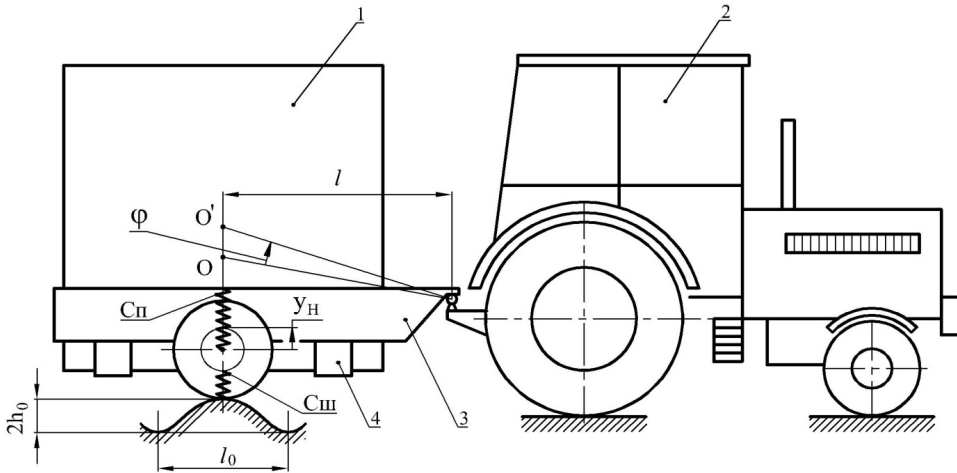


Рисунок 1 – Зчленований контейнеровоз з бугельною рамою:
 1 – контейнер; 2 – тягач; 3 – напівпричіп з бугельною рамою; 4 – ложемент.

Відповідно розрахунковій схемі приймаємо наступні узагальнені координати: φ – кут повороту напівпричепа відносно поперечної осі, яка проходить через точку кріплення, y_n – переміщення непідресорених частин напівпричепа.

Нехтуючи силами неконсервативного походження, підставляємо вирази кінетичної та потенціальної енергій у рівняння Лагранжа другого роду, отримуємо наступну систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} I\ddot{\varphi} + C_{\text{п}}l^2\dot{\varphi} - C_{\text{п}}ly_n &= 0, \\ -C_{\text{п}}l\dot{\varphi} + m_n\ddot{y}_n + (C_{\text{п}} + C_{\text{ш}})y_n &= C_{\text{ш}}h_0 \sin \omega t, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де I – момент інерції підресореної частини бугельного напівпричепа з контейнером відносно поперечної осі, яка проходить через опорну точку, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

m_n – маса непідресорених частин бугельного напівпричепа, кг ;

$C_{\text{п}}$ – коефіцієнт жорсткості пружної підвіски бугельного напівпричепа, Н/м ;

$C_{\text{ш}}$ – радіальний коефіцієнт жорсткості пневматиків бугельного напівпричепа, Н/м ;

l – характерний розмір динамічної системи, м ;

h_0 – амплітудне значення профілю нерівностей, м ;

ω – кутова частота кінематичних збурень, $1/\text{с}$.

Система (1) має наступне розв’язання:

$$\varphi = \frac{C_{\Pi} C_{\text{ш}} l h_0}{I m_n (\omega^2)^2 - (C_{\Pi} m_n l^2 + C_{\Pi} I + C_{\text{ш}} I) \omega^2 + C_{\Pi} C_{\text{ш}} l^2}, \quad (2)$$

$$y_n = \frac{(C_{\Pi} C_{\text{ш}} l^2 - C_{\text{ш}} I \omega^2) h_0}{I m_n (\omega^2)^2 - (C_{\Pi} m_n l^2 + C_{\Pi} I + C_{\text{ш}} I) \omega^2 + C_{\Pi} C_{\text{ш}} l^2}. \quad (3)$$

З виразів (2) та (3) витікає, що при відсутності кінематичних збурень, тобто при $h_0 = 0$, коливання системи не відбуваються, навантаження контейнеровоза відбувається у квазистатичному режимі. При наявності кінематичних збурень навантаження системи характеризується коефіцієнтом динамічності

$$k_{\partial} = \frac{l\varphi - y_n}{y_{ст}}, \quad (4)$$

де k_{∂} – коефіцієнт динамічності;

$y_{ст}$ – статичний прогин пружного елемента підвіски контейнеровоза, м.

Висновки:

Таким чином, розроблена математична модель формування динамічних навантажень на несучу конструкцію зчленованого контейнеровоза з бугельною рамою при залученні математичного апарату аналітичної механіки, що дозволяє свідомо обирати розрахункові випадки навантаження, адекватні динамічні схеми для вибору раціональних за металомісткістю несучих систем контейнеровозів з бугельною рамою.

Посилання

1. Грифф М.И. Автотранспортные средства с грузоподъемными устройствами для перевозки грузов в контейнерах и пакетах / М.И. Грифф, Р.А. Затван, В.Ф. Трофименко. – М.: Транспорт, 1989. – 159 с.
2. Грушников В.А. Выбор транспортных средств для контейнерной доставки строительных грузов / В.А. Грушников // Промышленный транспорт. – 1987. – №11. – С. 7.
3. Золотарев А.Ф. Контейнеровоз на базе трактора Т-150К / А.Ф. Золотарев, И.А. Тоцкий // Промышленный транспорт. – 1979. – №6. – С.22.
4. Дослідження та вибір типу несучої системи автоскраповоза з U-подібною рамою / [О.О. Бейгул, М.М. Корнійчук, Г.Л. Лепетова, Д.В. Найда] // Надійність металургійного обладнання. Зб. наук. праць за матеріалами Міжнародної науково-технічної конференції, 28–31 жовтня 2013р. – Дніпропетровськ: ІМА-прес, 2013. – С. 138–141.
5. Бейгул В.О. Математична модель збуреного руху системи «буксировщик-автосамоскид»/ В.О. Бейгул, І.І. Леєпа, Г.Л. Лепетова // Системні технології. – Дніпропетровськ: ДНВП «Системні технології», 2006. – Вип. 4(45). – С. 94–98.
6. Веселов Г.П. Аналитическое исследование колебаний системы тягач-прицеп / Г.П. Веселов, А.Н. Густомясов, В.И. Колмаков // Известия вузов. Машиностроение. – 1988. – №5. – С. 92–97.
7. Лобас Л.Г. Динамическое поведение двухзвенного автопоезда вблизи границы области устойчивости / Л.Г. Лобас, Ю.Л. Ващенко // Прикладная механика. – 1991. – Т.27. – №12. – С. 85–91.

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗЕРНА НА СВОЙСТВА СЕРОВОДОРОДОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ

Студент В.В. Дехтерёв

Руководители – доц., канд. техн. наук В.С. Чмелёва
доц., канд. техн. наук Г.И. Перчун

Національна металургічна академія України, г. Дніпр

Для сероводородостойких труб нефтяного сортамента перспективно использование стали 25ХМАФБЧ, модифицированной ниобием, азотом и редкоземельными материалами (РЗМ). За счёт карбонитридных частиц достигается дополнительное измельчение аустенитного зерна до №12-14, обработка кальцием, РЗМ позволяет глобулязировать сульфидные включения. Мелкое зерно и сульфидные включения глобулярной формы позволяют после термической обработки (см. рис.1) обеспечить высокое сопротивление хрупкому разрушению, снизить уровень остаточных напряжений и снизить количество водорода, который проникает в сталь.

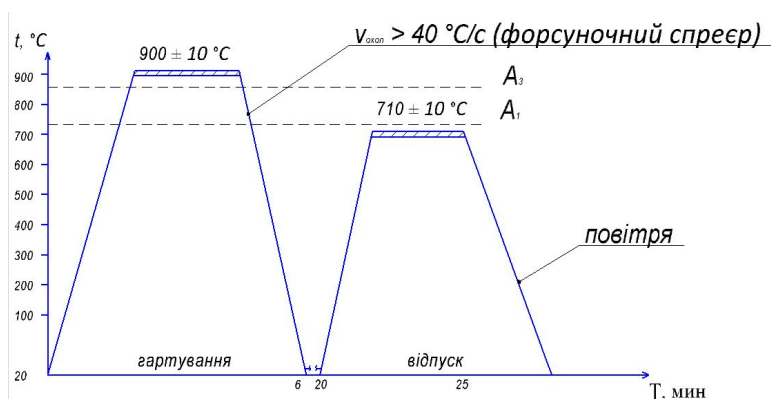


Рисунок 1 – Режим термической обработки стали 25ХМАФБЧ [4]

После закалки и высокого отпуска структура стали представляет собой сорбито-феррито-карбидную смесь с зернистой формой карбидной фазы. Высокие механические свойства сорбита обусловлены влиянием легирующих элементов на прочность феррита, а также дисперсность и количество карбидной фазы. Упрочнение феррита растёт по мере увеличения концентрации растворенного легирующего элемента и различия в атомных радиусах железа и легирующего элемента. Легирующие элементы: хром, молибден, ванадий и ниобий измельчают зерно, что способствует повышению работоспособности развития трещины и снижению порога хладноломкости (см. рис. 2, 3).

С мелким зерном, трещина на границах зёрен много раз меняет направление, что требует дополнительной работы на развитие трещины. Влияние размера зерна на температуру хладноломкости (критическую температуру, при которой происходит переход вязкого разрушения в хрупкое и существенно снижается сопротивление хрупкому разрушению) показано на рис.3.

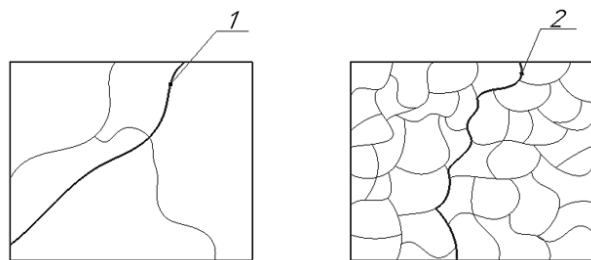


Рисунок 2 – Влияние размера зерна на работу развития трещины:

1 – траектория развития трещины с крупным зерном; 2 – траектория развития трещины с мелким зерном.

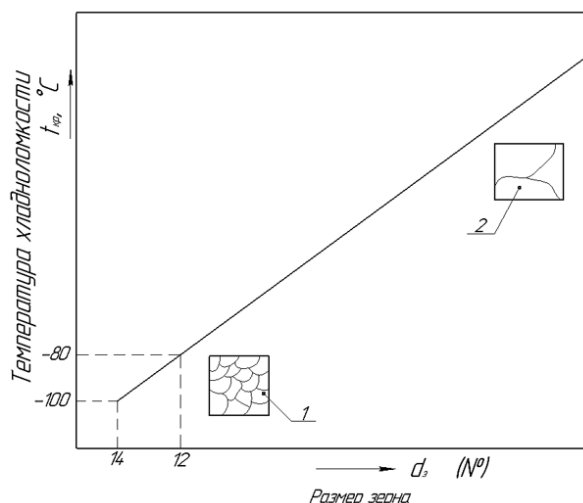


Рисунок 3 – Влияние размера зерна на температуру хладноломкости $t_{кр}$.

1 – мелкое зерно; 2 – крупное зерно.

В результате легирования, термической обработки с использованием форсуночного спрейера при закалке, который обеспечивает равномерность охлаждения и скорость охлаждения более $40^{\circ}\text{C}/\text{с}$, при повышенном уровне прочности ($\sigma_{0,2} > 657$ МПа) сталь сохраняет высокое сопротивление хрупкому разрушению ($T_{50} \leq -100^{\circ}\text{C}$) и достаточную стойкость против сероводородного растрескивания – 720 часов при напряжении 459-524 МПа, что составляет (0,7-0,8) $\sigma_{0,2}$. Повышение сопротивления пластической деформации ($\sigma_{в}, \sigma_{0,2}$) достигается за счёт измельчения зерна и повышения коэффициента трудности передачи скольжения от зерна к зерну (K_y), что подтверждается уравнением, полученным из уравнения Холла-Петча.

$$\sigma_{\varepsilon} = \sigma_i + K_y d^{-1/2}, \quad (1)$$

где σ_{ε} – напряжение при степени деформации ε ($\sigma_{в}; \sigma_{0,2}$);

σ_i – напряжение для поддержания скольжения в зерне;

K_y – коэффициент трудности передачи скольжения от зерна к зерну;

$K_y d^{-1/2}$ – напряжение для эстафетной передачи скольжения.

Коэффициент трудности передачи скольжения повышается при легировании, особенно карбидообразующими элементами, увеличением доли ковалентной связи, степени деформации, понижении температуры. Повышение напряжения ($\sigma_{в}, \sigma_{0,2}$) при измельчении зерна достигается за счёт того, что плоскости скольжения в соседних зёрнах не совпадают, а также границы зёрен являются непрозрачными для дислокаций.

Выводы:

1. Для труб нефтяного сортамента категории прочности Л ($\sigma_{0,2} \geq 657$ МПа) получили размер зерна №12-14, благодаря применению сероводородостойкой стали 25ХМАФБЧ, термически обработанной по

режиму: закалка от температуры $900^{+/-10}$ °С, охлаждение форсуночными спреями, высокого отпуска при температуре $710^{+/-10}$ °С с применением секционных проходных печей.

2. Для сероводородостойких труб нефтяного сортамента перспективно использование стали 25ХМАФБЧ, модифицированной ниобием, азотом и редкоземельными материалами. Мелкое зерно и сульфидные включения глобулярной формы позволяют после термической обработки обеспечить высокое сопротивление хрупкому разрушению, высокое сопротивление пластической деформации (стандартные характеристики – временное сопротивление разрушению и предел текучести), оптимальную пластичность, высокую ударную вязкость и низкую температуру хладноломкости.

Ссылки

1. Перспективные направления развития технологии термического упрочнения труб нефтяного сортамента /Ю.П.Гуль, В.С.Чмелёва, А.В.Ивченко и др. //Строительство, материаловедение, машиностроение. Вып. 80. – 2015. – С.128-134.
2. Румянцев В. Д. Теория тепло- и массообмена. – Днепропетровск: «Пороги», 2006. – 536 с.
3. Термическая обработка изделий из среднелегированных сероводородостойких конструкционных сталей / Р.А.Бойко, В.С.Чмелёва, Т.В.Кимстач // X Міжнародна конференція молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики», Дніпро, Україна, 2019. С.6-8. ISBN 968-617-7433-77-3.
4. Вплив швидкості охолодження на властивості сірководневостійких обсадних труб /Р.О.Бойко, В.С.Чмельова, Г.І.Перчун // XI Всеукраїнська конференція молодих вчених «Молоді вчені 2020 – від теорії до практики», Дніпро, Україна, 2020. С.21-24.

ЗАКОНОМІРНОСТІ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ЛИВАРНИХ АЛЮМІНІЄВИХ БРОНЗ

Аспірантка А.В. Дзюбіна

*Керівники - проф., докт. техн. наук К.І. Узлов, ст. викл. Т.В. Кімстач
Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

Алюмінієві бронзи за поширеністю в промисловості займають одне з перших місць серед мідних сплавів.

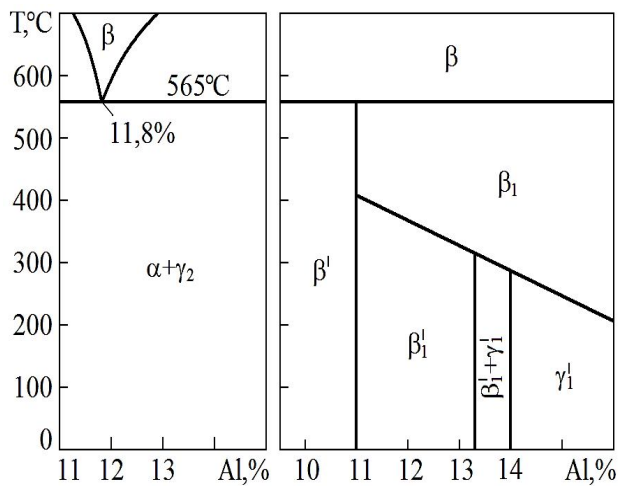
Серед ливарних безолов'яних бронз найбільшого поширення отримали алюмінієві бронзи. Вони відрізняються високою міцністю, хорошими антифрикційними і корозійними властивостями, стійкістю проти кавітації. Область застосування ливарних алюмінієвих бронз досить широка, зокрема, з

них виготовляють гребні гвинти великих суден, важко навантажені шестерні та зубчасті колеса, корпуси насосів, підшипники ковзання, що працюють при високих питомих навантаженнях.

Хімічний склад і механічні властивості ливарних безолов'яних бронз регламентуються ГОСТ 493.

При розробці алюмінієвих бронз та при аналізі фазових перетворень, що відбуваються в цих сплавах при різних технологічних операціях використовують діаграму стану Cu-Al [1].

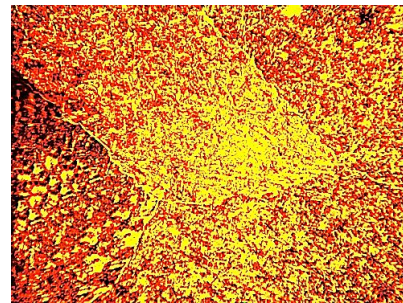
У сплавах системи Cu-Al в інтервалі концентрацій 8,5...15 мас.%Al β -фаза кристалізується безпосередньо з рідини. Зі зниженням температури концентраційна область існування β -фази зменшується. При температурі 565°C високотемпературна β -фаза розпадається за евтектоїдною реакцією $\beta \rightarrow \alpha + \gamma_2$. Це перетворення відноситься до стабільної рівноважної системи, коли швидкості охолодження невеликі та дифузійний перерозподіл алюмінію і міді в кристалічній решітці β -фази дозволяє здійснювати її розпад з утворенням двох нових фаз (див. рис. 1,а та рис. 2,а), які відрізняються за хімічним складом, зокрема вмістом алюмінію: α - 9,4%Al і γ_2 - 15,6 % Al. Таке перетворення може відбуватися при отриманні масивних виливків, великих деталей, що виливають в піщані форми, тобто при швидкостях охолодження, близьких до рівноважних [2].



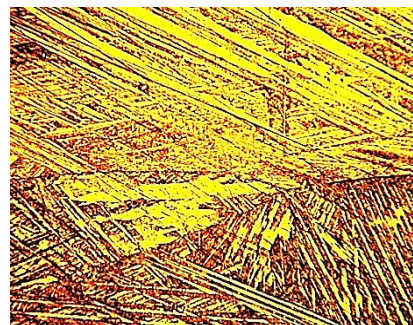
а – рівноважна система

б – нерівноважна система

Рисунок 1 – Схематичне зображення перетворень в алюмінієвій бронзі [4]



а



б

Рисунок 2 – Мікроструктури алюмінієвої бронзи із вмістом алюмінію 12мас.% в рівноважному (а) та загартованому стані (б), x400 [2]

Поява γ_2 фази (твердий розчин на базі хімічної сполуки Cu_9Al_4) в структурі сплаву призводить до підвищення характеристик опору металу пластичній деформації і до різкого зниження пластичності [3]. Це пов'язано з кристалографічною принциповою відмінністю кристалічних ґраток фаз. Кристалічна решітка α -Cu твердого розчину – гранецентрована кубічна вищої категорії симетрії, хімічної сполуки Cu_9Al_4 тригональної сингонії середньої категорії симетрії, та відповідних простих форм гексаедра $Fm\bar{3}m$ (в) і ромбоедра $R\bar{3}m$ [4].

Повільне охолодження ($< 2^\circ\text{C}/\text{хв.}$) обумовлює розпад β -фази на евтектоїд $\alpha+\gamma_2$ з утворенням крупнозернистої γ_2 фази, що виділяється (див. рис. 1,а) у вигляді безперервних ланцюгів, в тому числі і по границях вихідних зерен, що призводить до крихкості сплаву [5].

Якщо швидкості охолодження високі і дифузійний перерозподіл компонентів в кристалічній решітці β -фази здійснитися не встигає, то евтектоїдний розпад не відбувається. Однак β -фаза не є стабільною і перетворюється в інші фази (див. рис. 1, б).

Основне перетворення β -фази в цих умовах - це мартенситне перетворення [4]. Якщо сплав загартувати з однофазної області існування β -фази, то нижче температури початку мартенситного перетворення (M_p) відбувається мартенситна реакція. Зі збільшенням вмісту алюмінію в бронзах M_p знижується. Залежно від концентрації алюмінію в сплавах утворюються різні мартенситні фази: β' , β'' , і γ' (див. рис. 1, б). Тобто, при швидкому охолодженні сплаву (зі швидкістю $> 2^\circ\text{C}/\text{хв.}$) β -фаза зазнає мартенситних перетворень, утворюючи проміжні фази (див. рис. 1,б та 2,б) [2].

Мартенситне перетворення в алюмінієвих бронзах відбувається без участі дифузії атомів в кристалічній решітці. Тому концентрація атомів легуючих елементів у вихідній (β) та мартенситній фазі (β' , β'_1 або γ'_1) однакова. Мартенситна фаза від вихідної відрізняється тільки типом кристалічної решітки. Мартенситна фаза β' , яка утворюється із неупорядкованої β -фази ($\beta \rightarrow \beta'$), також має неупорядковане розташування атомів в кристалічній решітці. Мартенситні фази β'_1 і γ'_1 , ($\beta_1 \rightarrow \beta'_1$ і $\beta_1 \rightarrow \gamma'_1$), наслідуючи впорядкованість вихідної фази, також мають впорядковану структуру. Цифровий індекс «1» ставиться до фаз з упорядкованим розташуванням атомів в кристалічній решітці [2].

Для промислових алюмінієвих бронз, вміст алюмінію в яких зазвичай не перевищує 12%, структура в загартованому стані складається з β' - або β'_1 -мартенситу і продуктів його перетворення (мартенситна фаза γ'_1 в цих сплавах не утворюється). Відпуск сплаву з мартенситною структурою може наблизити її до рівноважної з наявністю двофазної складової ($\alpha + \gamma_2$) тієї чи іншої дисперсності при реалізації розпаду мартенситу: $\beta' \rightarrow \alpha + \gamma_2$. Експериментально можна встановити температуру відпуску, необхідного для отримання в сплаві певної структури з необхідним рівнем механічних властивостей. Загартовані алюмінієві бронзи з мартенситною структурою відрізняються підвищеною твердістю і низькою пластичністю. Розпад мартенситу при відпуску з утворенням евтектоїдної складової ($\alpha + \gamma_2$) з

тонкою голчастою будовою не призводить до істотного зниження твердості. Тільки зі збільшенням кількості і розмірів часток α -фази в структурі сплаву твердість падає і, відповідно, підвищується пластичність [2].

Для поліпшення механічних, технологічних властивостей і корозійної стійкості ливарні алюмінієві бронзи додатково легують залізом, марганцем, нікелем та оловом [5, 6].

Для подрібнення зерна, зміцнення твердого розчину і уповільнення евтектоїдного розпаду β -фази в ливарні алюмінієві бронзи додають до 2...4 мас. % Fe. При такому вмісті заліза в структурі алюмінієвої бронзи утворюється самостійна β_1 -фаза – Fe_3Al [7]. При нерівноважній кристалізації залізовмісна фаза β_1 виділяється перша і кристали цієї фази подрібнюють зерно литої структури. Це сприяє підвищенню пластичності сплавів. Частково розчиняючись в α -твердому розчині алюмінію в міді залізо сприяє зміцненню сплаву. Уповільнення евтектоїдного розпаду грає важливу роль при отриманні великогабаритних виливків при литті в піщані форми. У цих сплавах при уповільненому охолодженні великих виливків відбувається евтектоїдний розпад β -фази з виділенням грубо пластинчастої γ_2 -фази, яка викликає окрихчування сплаву. Залізо усуває цей недолік подвійних алюмінієвих бронз та виконує роль модифікатора.

Для підвищення корозійної стійкості, а також поліпшення міцності, пластичності і антифрикційних властивостей в алюмінієві бронзи вводять манган. Зміцнювальна роль мангану зводиться до легування твердого розчину. Манган звужує область α -твердого розчину і тим самим збільшує кількість евтектоїда. Крім того, манган підвищує жароміцність – виливки можуть працювати при температурі до 250°C.

Важливим легуючим елементом в ливарних алюмінієвих бронзах є нікель, який утворює фази Ni_3Al і NiAl , що мають змінну розчинність в твердому розчині. В результаті алюмінієва бронза з добавкою нікелю стає здатною до дисперсійного тверднення. Нікель покращує механічні властивості і корозійну стійкість алюмінієвих бронз, підвищує температуру їх рекристалізації і жароміцні властивості. Сплави міді, леговані алюмінієм і нікелем, мають високі антифрикційні властивості і не схильні до холодноламкості. Зазвичай в алюмінієві бронзи нікель вводять спільно з залізом в співвідношенні 1:1.

Добавки олова до алюмінієвих бронзових сплавів дозволяє поліпшити корозійну стійкість і опір абразивному зносу. Завдяки цим властивостям сплави Cu-Al використовуються в морській та авіаційній промисловості, наприклад для деталей двигунів, гребних гвинтів, підшипників і ін [8].

Висновки

Встановлені закономірності фазових перетворень в системі Cu-Al .

Вивчені загальні закономірності стабільного та метастабільного структуроутворення ливарних алюмінієвих бронз.

Проаналізовано вплив основних легуючих елементів на механічні технологічні властивостей і корозійну стійкість ливарних безолов'яних бронз.

Посилання

1. Двойные и многокомпонентные системы на основе меди: Справочник / Под ред. М. Е. Дрица. - М.: Наука. - 1979. - 246 с.
2. Узлов К.І. Аналіз відповідності нормативних вимог до алюмінієвих бронз закономірностям структуроутворення в системі Cu-Al / К.І. Узлов, С.І. Реп'ях, А.В. Дзюбіна, Т.В. Кімстач, О.В. Мовчан //Теорія і практика металургії – 2019.– №5. – С. 55-63.
3. Boguslaev V.O., S.I. Repyakh, V.G. Mogilatenko (2016). Casting properties of metals and alloys for precision casting. Zaporizhzhia: Promotional Society "MOTOR SICH", 474 p.
4. Alyuminiyevye bronzy, obrabatyvayemye davleniyem – [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupu: https://www.metmk.com.ua/23spr_aluminium_bronz.php.
5. Osintsev O.E. Med i mednye splavy. Otechestvennye i zarubezhnye marki: Spravochnik / O.E. Osintsev, V.N. Fedorov. - M.: Mashinostroyeniye, 2004. - 336 s.
6. Smiryagin A.P., Promyshlennyye tsvetnyye metally i splavy / A.P. Smiryagin, N.A. Smiryagina, A.V. Belova. - M.: Metallurgiya, 1974. - 488 s.
7. Uzlov K., Repiakh S., Mazorchuk V., Dziubina A. (2018). PHASE COMPOSITION, STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF INDUSTRIAL BRONZE BrA9Zh3L ADDITIONALLY DOPED WITH ZINC. Scientific development and achievements: monograph [Text]. LP22772, 20-22 Wenlock Road, London, N1 7GU, 2018, volume 5, P. 349-364.
8. D.F. Soares, M. Abreu, D. Barros, F. Castro. Experimental study of the cu-al-sn phase equilibria, close to the copper zone. J. Min. Metall. Sect. B-Metall. 53 (3) B (2017) 209 - 213

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ СТРУЖКИ ТА ВІДДІЛЕННЯ ЇЇ ВІД МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУЮЧОЇ РІДИНИ

Магістрант О.В. Довга, аспірант Б.І. Коляда

Керівники: доц. канд. техн. наук Д.П. Часов,

доц., канд. техн. наук В.Ф. Молчанов

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

На даний час розроблено ряд типових конструктивних та технологічних схем збирання та транспортування стружки [1-3]. Автоматизація і механізація збирання стружки є важливим завданням, вирішенням якої зайнятий ряд проектних організацій і заводів. Однак, досвіду узагальнення цих розробок дуже мало. По суті, кожен НДІ, конструкторське бюро, підприємства, які займаються проектуванням, виготовленням або експлуатацією металорізального обладнання, вирішують завдання транспортування, збирання та переробки стружки по-своєму.

Все різноманіття створених конструкцій для транспортування стружки можна класифікувати за окремими групами, ідентичним ознаками.

Для транспортування стружки із зони різання верстатах існує п'ять груп конвеєрів, найбільш поширених в машинобудуванні.

Стрічкові конвеєри застосовуються для збирання дрібної стружки при обробці крихких матеріалів. Вони знайшли обмежене застосування за причини конструкційної складності, наявності спеціального приводу і натяжної станції та низької довговічності стрічки. Застосування сталевих стрічки ще більш ускладнює конвеєр.

Шнекові конвеєри найбільш поширені, є універсальними, можуть працювати при горизонтальному, похилому і вертикальному розташуванні. Один кінець шнека з'єднується з приводом за допомогою муфти, другий кінець вільний. Однак, ці конвеєри вимагає ретельного догляду, не можуть переміщувати зливну стружку, витки спіралі конвеєра швидко зношуються.

Вібраційні конвеєри прості по пристрою, не зважають на потрапляння сторонніх предметів. Але непогано транспортують зливну стружку, створюють вібрації на технологічному обладнанні, сильно шумлять, особливо при великих амплітудах вібрації.

Імпульсні конвеєри мають привід від самого верстата і працюють за рахунок миттєвої зупинки жолоба при переміщенні його в сторону видалення стружки. Дані конвеєри є найбільш перспективними, хоча теж створюють шум і вібрації і при великих довжинах транспортування мають безліч приводів.

Гідрозливні пристрої мають з бокової сторони жолоба, укладені під кутом в бік транспортування, одне або кілька сопел, до яких потрапляє мастильно-охолоджуюча рідина (МОР), яка використовується в зоні різання. Пристрій може ефективно працювати при тиску в системі не менше 2,5 МПа, невеликій довжині транспортування і при потраплянні сторонніх предметів.

Для транспортування стружки від верстатів і автоматичних ліній застосовуються два типи механізмів: механічні конвеєри або гідравлічні пристрої. Крім описаних вище механічних конвеєрів, знаходять застосування також штангові. Ці конвеєри мають жолоб, посередині якого поступально переміщається штанга зі скребками. Дані конвеєри мають шарніри, які застряють при засміченні дрібною стружкою або розкладанні мастила. В цьому випадку і холостий, і робочий хід штанги перетворюються в холості.

Єршеві конвеєри ефективно працюють при транспортуванні зливної стружки. Конвеєр має короб, всередині якого зафіксовані нерухомі йоржі, що мають нахил в сторону викиду стружки. Ці конвеєри вельми металомісткі, конструктивно складні.

При напірному гідротранспорті в потік рідини за допомогою спеціального живильника завантажується стружка і утворюється цульпа переміщається по трубах на будь-яку відстань. Цей пристрій може

транспортувати тільки дрібну стружку, але при цьому сильно зношуються трубопроводи і необхідно застосовувати складні живильники.

Ерліфти також мають напірну лінію і для збільшення ефективності транспортування застосовується стиснене повітря. Такі пристрої доцільно застосовувати, якщо стружку необхідно переміщати знизу-вгору.

Безнапірний гідротранспорт використовує похилі відкриті жолоби, по яких самопливом переміщається МОР. Енергії рухомої рідини досить для переміщення частинок стружки. Так як стружка має велику питому вагу і абразивність, для надійного транспортування необхідної великий ухил жолобів і витрата МОР, що не завжди можливо в цехових умовах, а тим більше в зоні різання верстата.

Струменево-безнапірний гідротранспорт використовує похилі жолоби та енергію струменів, які утворюються при витіканні МОР з насадок. При великій довжині транспортування глибина потоку рідини значна і струмені практично не досягають дна, що знижує ефективність процесу.

У промисловості знаходить застосування - також комбінований транспорт, наприклад, пластинчастий конвеєр і безнапірний гідротранспорт. В цьому випадку нахил жолоба може бути малим, продуктивність значною.

Найпоширенішим методом відділення стружки від МОР є гравітаційне осадження частинок стружки в баках-відстійниках і наступні видалення її з дна транспортерами скребкового типу.

Бак-відстійник з транспортером і фільтрувальним барабаном складається з бака, всередині якого встановлені скребковий конвеєр і перфорований барабан, що обертається з глухими торцевими стінками. Через порожнистий вал всередині барабана введена труба для забору відфільтрованої емульсії.

Установка барабанного типу складається з обертового перфорованого барабана з похилою віссю обертання в бік, протилежний вивантаження. На внутрішній поверхні барабана встановлена гвинтова лопать.

До недоліків даної конструкції слід віднести наявність гвинтової лопаті, що ускладнює конструкцію, а також низька її продуктивність, за рахунок обмеженої довжини барабана в зв'язку з консольним розташуванням барабана і відповідно велика металоємність з міцності міркувань при консольному розташування барабана.

Установка для поділу МОР з відстійником виконана з двох сполучених резервуарів, де останній забезпечений скребковим конвеєром для видалення осаду, суцільний перегородкою, точкою для подачі МОР, а перша ємність забезпечена насосною установкою для відкачування очищеної емульсії.

До недоліків даної конструкції слід віднести:

- елементи скребкового конвеєра працюють в рідкому середовищі, що ускладнює умови ремонту, погіршує експлуатаційні характеристики установки;

- висока трудомісткість процесу очищення тіньових зон ємності від стружки і шлаку;

- низький ступінь очищення емульсії.

Установка для поділу МОР з магнітним сепаратором складається з ємності, розділеної на дві частини суцільною перегородкою з екраном, одна з яких оснащена скребковим транспортером, точкою для подачі МОР, і для вивантаження стружки, а інша - насосною установкою для відсмоктування очищеної емульсії. Над перегородкою з екраном встановлені барабан магнітного сепаратора. За час проходження емульсією щілини зазору відбувається уловлювання магнітних суспензій, що знаходяться в емульсії поверхнею обертового барабана магнітного сепаратора. Очищена емульсія безперервно відсмоктується насосною установкою.

Недоліки даної конструкції:

- неможливість розділення МОР з щільністю твердої фази, близькою до густини емульсії;
- неможливість поділу МОР з немагнітною стружкою;
- значний винесення емульсії зі стружкою;
- елементи скребкового транспортера працюють в рідкому середовищі, що ускладнює обслуговування установки, погіршує експлуатаційні характеристики;
- висока трудомісткість процесу очищення тінювих зон ємності.

Висновки:

Аналізуючи описані вище установки для поділу МОР, приходимо до висновку, що вони мають одні загальні недоліки:

- великий винесення емульсії зі стружкою;
- неможливість їх застосування для розділення МОР з щільністю твердої фази, близькою до густини емульсії;
- незадовільні умови роботи механізму вивантаження стружки з відстійника;
- необхідність періодичного очищення відстійників від стружки і шлаку;
- в більшості випадків низький ступінь очищення емульсії;
- високу вартість установки;
- велика металоємність установок через необхідність утворення значних за обсягом відстійних зон.

Посилання

1. Рябичева Л.А. Свойства порошка, полученного из отходов шлифовального шлама стали 40X10C2M/ Л.А. Рябичева, А.Т. Цыркин, Н.В. Белошицкий // Порошковая металлургия. – 2007. - №5/6. – С. 111 – 117.
2. Chasov D. Determining the equation of surface of additional blade of a screw conveyor / D. Chasov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies (Engineering technological systems). – 5/1 (83). – 2016. – p. 4 – 9.
3. Вернигора В.Д. Извлечение металлических частиц из шламов абразивной обработки металлов / В.Д. Вернигора, А.Н. Коробочка // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2008. – Вип. 32(73). – С. 26-32.

ВИЗНАЧЕННЯ БІЛЬШ ЕКОНОМІЧНИХ І ЯКІСНИХ МЕТОДІВ ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТНИХ РОБІТ ТА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ РЕМОНТНИХ ПЕРІОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ВЕЛИКИХ ФЕРОСПЛАВНИХ ПЕЧЕЙ

Студент В.С. Доля

Керівник - викладач Н.В. Швайка

Відділення механічної інженерії

*Нікопольський фаховий коледж Національної металургійної академії
України, м. Нікополь*

Рівень надійності обладнання - головний показник його якості і конкурентоспроможності.

Металургійне обладнання, в тому числі феросплавне, що працює у вкрай важких умовах безперервного виробництва, повинна надійно працювати з якомога більш тривалими міжремонтних періодами. Ця проблема повинна вирішуватися на всіх стадіях існування обладнання - проектуванні, виготовленні, експлуатації.

Традиційно основою для пошуку шляхів удосконалення обладнання служить аналіз надійності машин і агрегатів, виявлення їх так званих "вузьких місць" на базі збору і статистичної обробки вихідних даних, з оцінкою параметрів і характеристик експлуатаційної надійності. Іншим важливим моментом є визначення або прогнозування експлуатаційних умов і факторів, з подальшим порівнянням рівня зовнішніх експлуатаційних параметрів (силових, температурних та ін.) і несучої здатності елементів обладнання, в цілях виявлення достатності останньої.

Найбільш об'єктивні дані щодо надійності досліджуваного устаткування дає збір і обробка експлуатаційної інформації, головним джерелом якої є дані статистичних журналів, журналів ремонтної і диспетчерської служб, замовлень запчастин, відомостей дефектів, звітні документи підприємств та ін. [1,2].

Аналіз "гарячих" простоїв феросплавних печей НЗФ показав наступне: їх розподіл по вузлах у %: система водоохолодження - 32,5; електроди - 28,7; стрічкові вузли - 21,9; електрообладнання - 8,7; газове господарство - 9,2. Знос обладнання за рік експлуатації і терміни служби його окремих елементів по окремим вузлам склав: зведені плити - 18...20%; воронки - 4,5...6 міс.; льотки - 3...6 міс.; системи завантаження шихти в піч -30...40%; півкільця електродотримачі - I рік [3, 4, 5].

Наведені дані, аналіз матеріалів науково-технічних видань приводять до висновку про актуальність і необхідність вдосконалення основного обладнання феросплавних виробництв на основі розробки науково обґрунтованих нових конструктивних рішень основних елементів і вузлів, розвитку методів розрахунку і оптимального проектування для приведення технічного рівня виробництва згідно з вимогами сучасних технологій,

підвищення його ефективності і конкурентоспроможності.

Природно, основою для вибору раціональних шляхів розв'язання поставленої проблеми є аналіз експлуатаційних показників устаткування.

В цілях з'ясування динаміки зміни експлуатаційної надійності феросплавних агрегатів НЗФ і характеру впливу на них мінливих економічних умов, вихідна інформація збиралася щодо двох періодів експлуатації: 1-й - 2017...2018р.; 2-й -2019...2020р., а в якості об'єктів аналізу були обрані феросплавні агрегати № І...8 цеху ЦВФ і № ІІ...І8, які становили основу виробничих НЗФ (постійно експлуатувалися) протягом обох вибраних періодів часу.

В якості джерел інформації щодо відмов елементів обладнання були використані агрегатні журнали, звітна документація роботи феросплавних печей та інша аналогічна документація.

Згідно з проектними даними, комплексні показники надійності феросплавних агрегатів НЗФ повинні становити відповідно:

$$K_{IP} = 0,34; K_B = 0,33; K_G = 0,967.$$

Розраховані реальні числові значення зазначених коефіцієнтів, свідчать, що за цими показниками феросплавні агрегати так і не вийшли на рівень, передбачений проектною та іншою документацією, причому такий стан справ притаманне обом дослідженим періодам експлуатації.

Внаслідок великої кількості факторів, що впливають на експлуатаційні показники обладнання, згадані комплексні показники надійності коливаються в досить широких межах протягом обох періодів експлуатації, причому в другому періоді, пов'язаному зі спадом виробництва ці параметри незначно зросли.

Щодо другого періоду експлуатації при виробництві силікомарганцю згадані показники в середньому трохи знизилися. Навпаки, параметри, пов'язані з виробництвом феромарганцю, а також обох видів продукції (спільно) у другому періоді в середньому незначно зросли.

Аналіз даних, окремо при виробництві на печах силікомарганцю і феромарганцю, а також при виробництві цих видів продукції спільно і по рокам експлуатації показує мало виражену тенденцію зростання чисельних значень при падінні об'ємів виробництва.

На рис. 1-3 представлені усереднені значення K_G за роками експлуатації та відносні частки простоїв, пов'язаних з відмовами систем електродотримачів, контактних щок, систем охолодження, а також, окремо, з відсутністю сировини і подачі електроенергії в "гарячих" простоях.

В табл. 1 наведено імовірнісні характеристики K_G , при цьому використані наступні позначення:

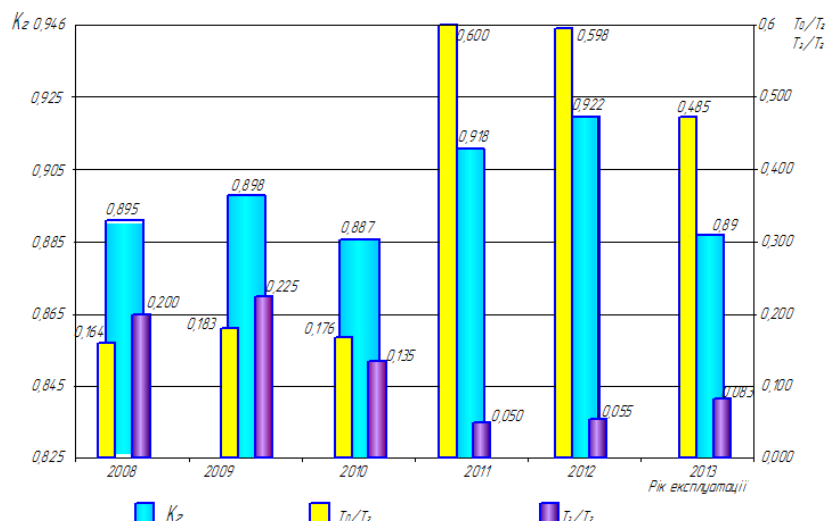


Рисунок 1 - Діаграма зміни експлуатаційних характеристик феросплавних агрегатів при виробництві феромарганцю

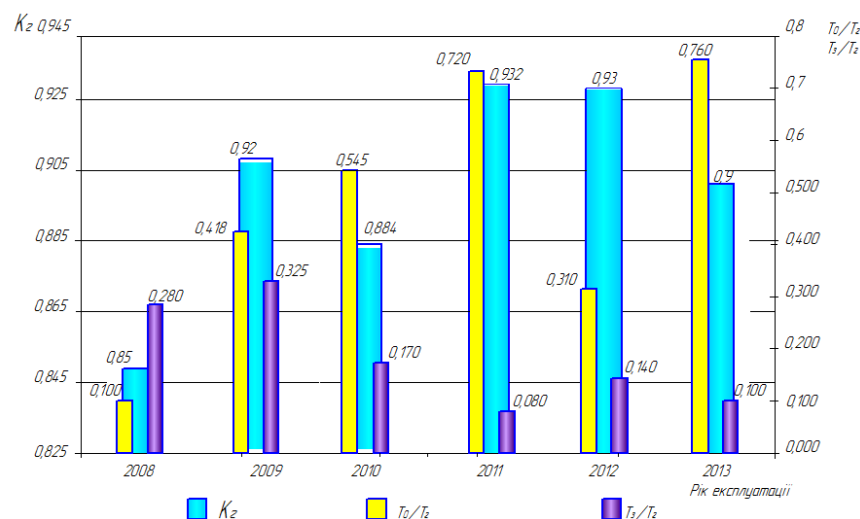


Рисунок 2 - Діаграма зміни експлуатаційних характеристик феросплавних агрегатів при виробництві силікомарганцю

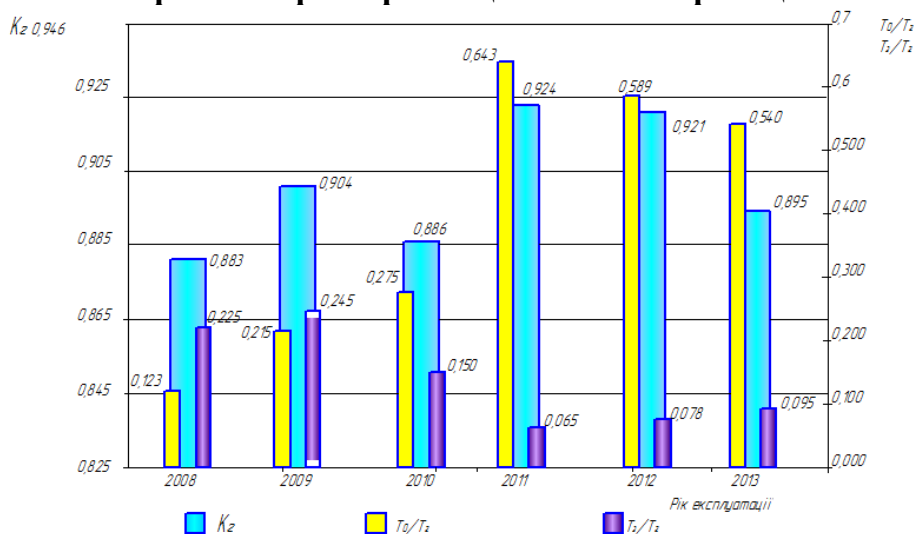


Рисунок 3 - Діаграма зміни експлуатаційних характеристик феросплавних агрегатів при виробництві феромарганцю і силікомарганцю

Таблиця 1. Імовірнісні характеристики K_{Γ} .

Параметр	2017...2018 pp.			2019...2020 pp.		
	СМ	ФМ	Σ	СМ	ФМ	Σ
\bar{K}_{Γ}	0,9034	0.8829	0.8973	0.8975	0.8961	0.9097
$\sigma_{K_{\Gamma}}$	0,0307	0.0427	0.0304	0.0401	0.0355	0.025
$R_{K_{\Gamma}}$	0,128	0.184	0.130	0.189	0.196	0.099
K_{Γ}^{MAX}	0,966	0.968	0.966	0.945	0.942	0.945
K_{Γ}^{MIN}	0,838	0.787	0.836	0.756	0.745	0.846
I_x	1,5294	1.1634	1.3018	1.1788	0.4634	1.2497
γ_x	3,8441	3.6861	3.9309	2.6918	2.9239	3.4563
Закон розподілу K_{Γ} , параметри	РН P=0,106 $m = \bar{K}_{\Gamma}$	Н $\sigma = \sigma_{K_{\Gamma}}$ $m = \bar{K}_{\Gamma}$	Н $\sigma = \sigma_{K_{\Gamma}}$ $m = \bar{K}_{\Gamma}$	ЛН $b=0.7501$ $\mu=-3.2279$ $c=0.9500$	ЛН* $b=0.8668$ $\mu=-3.6914$ $c=1.0101$	ЛН* $b=0.5774$ $\mu=-3.3136$ $c=0.9526$

- \bar{K}_{Γ} - математичне очікування K_{Γ} ;
- $\sigma_{K_{\Gamma}}$ - середньоквадратичне відхилення K_{Γ} ;
- $R_{K_{\Gamma}}$ - розмах значень K_{Γ} ;
- K_{Γ}^{MAX} - максимальне значення K_{Γ} ;
- K_{Γ}^{MIN} - мінімальне значення K_{Γ} ;
- I_x - вибіркова інформація;
- γ_x - інформаційний критерій вибірки значень K_{Γ} ;
- РН, Н - відповідно рівномірний і нормальний вигляд закону розподілу K_{Γ} ;
- ЛН, ЛН" - логарифмічно-нормальний закон розподілу K_{Γ} ;
- m, σ, μ, b, R - параметри законів;
- c - коефіцієнт коригування шкали.

Згадані дані, щодо обох періодів експлуатації устаткування, представлені окремо для виробництва феро - (ФМ) і силікомарганцю (СМ), а також обох основних видів продукції НЗФ спільно.

Функції щільності ймовірності розподілу K_{Γ} в аналітичній формі мають вигляді: закон рівномірної щільності (РН)

$$f(x) = \frac{1}{R}; \quad (1)$$

Нормальний закон (Н)

$$f(x) = \frac{\exp-(x - \bar{K}_{\Gamma})^2 / (2\sigma)^2}{\sqrt{2\pi}(c - x)}; \quad (2)$$

- логарифмічно-нормальний закон (ЛН , ЛН")

$$f(x) = \frac{\exp - (\ln(x - c) - \mu)^2 / (2b)^2}{\sqrt{2\pi}(x - c)}; \quad (3)$$

$$f''(x) = \frac{\exp - (\ln(c - x) - \mu)^2 / (2b)^2}{\sqrt{2\pi}(c - x)}. \quad (4)$$

Розрахункові значення K_{Γ} (рис. 1 – 2) підтверджують зроблений раніше висновок про те, що за цим параметром феросплавні печі так і не вийшли на рівень $K_{\Gamma} = 0,967$, передбачений при проектуванні, причому такий стан справ характерний для обох періодів експлуатації.

Імовірнісні характеристики K_{Γ} визначалися на основі вдосконаленої ентропійно-інформаційної методики [1, 6-11] визначення виду і параметрів законів розподілу випадкових величин.

Висновки

1. Застосування даної технології термозміцнення трубопресового Проведений аналіз надійності великих феросплавних печей показав, що коефіцієнти готовності, профілактики до вимушених простоїв, коливається в досить широких межах. Крім того, ці коефіцієнти залежать від виду продукції, що випускається в цих печах. Так коефіцієнти готовності печей, що випускають феромарганець менший чим печей, що випускають силікомарганець.

2. В умовах неповного завантаження феросплавних печей міжремонтні періоди доцільно визначати за критерієм мінімуму математично очікуваних питомих витрат на їхню експлуатацію. Ці витрати пропонується визначити за рахунок неминучих витратах виробництва при аварійних зупинках.

3. Розроблена методика визначення міжремонтного періоду механізмів феросплавних печей з поступовими відмовами за цим критеріями.

4. Визначена щільність розподілу відмов електроутримачів контактних щок феросплавної печі РПЗ – 48 дозволила знайти оптимальний міжремонтний період для цього механізму, який склав приблизно 39 діб. При цьому середніх питомих зменшилися на 13,8% витрати на ремонти в порівнянні з витратами при проведенні ремонтів цього вузла згідно існуючої системи.

5. На основа методу комбінаторного аналізу розроблена методика визначення структури ремонтного циклу феросплавних печей, яка враховує трудомісткість проведення ремонтів. Визначена структура ремонтного циклу феросплавних печей окремо випускаємої продукції феромарганцю, силікомарганцю та сумісно феросиліцію.

Посилання

1. Гребеник В.М., Цапко В.К. Надежность металлургического оборудования (оценка эксплуатационной надежности и долговечности). Справочник М., «Металлургия», 1980. 344 с.
2. Гребеник В.М., Гордиенко А.В., Цапко В.К. Повышение надежности металлургического оборудования: Справочник.— М. :Металлургия, 1988. с. 688.

3. Шевченко В.Ф. Устройство и эксплуатация оборудования ферросплавных заводов. Справочник.- М.: Металлургия, 1982.– 208с.
4. Матюшенко В.И. Параметры рудовосстановительных печей и совершенствование конструктивных элементов.- Тбилиси: Мецниереба, 1975.– С.143 - 148.
5. Анализ надёжности руднотермических ферросплавных печей/ Лобовко А.Г., Цапко В.К., Гриневич В.И. и др.// Защита металлургических машин от поломок.- Мариуполь, 1998.- Вып. №3.– С. 198 - 201.
6. Половко А.М. Основы теории надёжности.– М.: Наука, 1964.– 446с.
7. Цапко В.К. Совершенствование существующих и создание новых станов холодной прокатки труб: Автореф. дис... докт. техн. наук.– М.: 1986.– 50с.
8. К вопросу об оценке законов распределения показателей долговечности деталей машин/ В.М.Гребеник, В.В.Иванов, Г.И.Тостиков и др.// Изв. вузов. Черная металлургия.–1985.- №4.– С. 140 - 143.
9. Венцель Е.С. Теория вероятностей.– М.: Наука, 1969.– 575с.
10. Энтропийный критерий оценки долговечности деталей/ В.К.Цапко, В.А.Хохлов, В.В.Иванов, В.И.Гриневич// Повышение надёжности и долговечности машин и сооружений: Тез. докл. на III научн.-техн. конф.– К.: - 1988.– С.31.
11. Цапко В.К. Оценка статистических распределений по информационному параметру// Тез. докл. на III Всесоюзной конф. по расчётам на прочность металлургических машин.– М.: - 1985.– С. 14.
12. Махницкий И.Г., Швайка Н.В. Определение структуры ремонтного цикла ферросплавных печей НЗФ с учетом их физического состояния//Надійність металургійного обладнання. Збірник наукових праць за матеріалами Міжнародної науково-технічної конференції 28-31 жовтня 2013р., - Дніпропетровськ, ІМА прес,2013, С.68-73.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАСИПНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ВУГІЛЬНОЇ ШИХТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОВНОГО ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Студентка Н.В. Дупік

Керівник – доц., канд. техн. наук В.П. Соколова

Навчально-науковий технологічний інститут

Державний університет економіки та технологій,

м. Кривий Ріг

Насипна щільність вугільної шихти має велике значення у виробництві доменного коксу. З підвищенням насипної щільності підвищується спікливість шихти, і як наслідок збільшується міцність коксу. У зв'язку з цим при підготовці вугільної шихти до коксування прагнуть збільшити її насипну щільність.

Відомо, що на величину насипної щільності впливають зокрема крупність подрібнення вугілля та його вологість (рис. 1) [1].

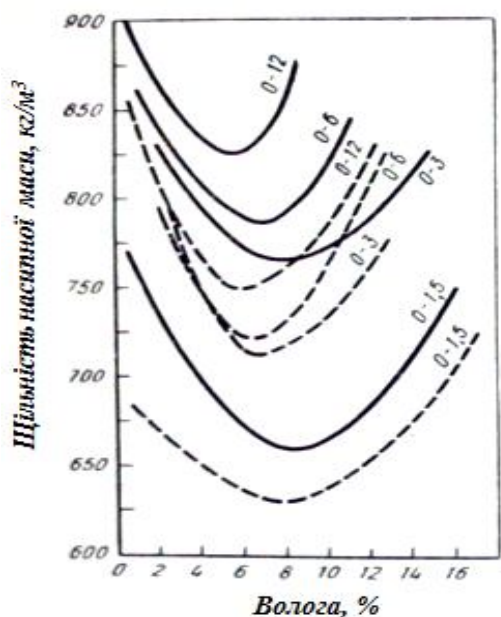


Рисунок 1 - Щільність насипної маси вугілля залежно від рівня його подрібнення (від 0-1,5 мм до 0-12 мм) і вологості вугілля:
 пунктирна лінія – газове вугілля,
 суцільна лінія – пісне вугілля

подрібнення (див. рис. 1).

Для підвищення насипної щільності застосовують обмаслення вугільної шихти різними вуглеводневими рідинами. Механізм дії органічних домішок полягає в тому, що за їх допомогою знижується поверхневий натяг плівкової вологи, що призводить до зменшення сил зчеплення між вугільними частками, і в результаті цього збільшується рухливість вугільних зерен. Рухливість вугільних зерен перешкоджає утворенню агрегатів вугільних частинок, призводить до поліпшення їх упаковки і, отже, до підвищення насипної щільності. Витрата обмаслювальної домішки залежить від вологості шихти і збільшується при збільшенні її вологості [2].

Для визначення впливу розглянутих чинників, а саме вологості вугільної шихти, її крупності та витрати обмаслювальної домішки, на насипну щільність та отримання математичного опису такого впливу в даній роботі проведено дослідження з використанням плану повного факторного експерименту [3].

Досліджували вплив трьох чинників, а саме обмаслювальної домішки – полімерів бензолного відділення X_1 , %, ступеня подрібнення шихти (за вмістом класу менше 3 мм) X_2 , % і вологості X_3 , % на насипну щільність шихти Y , кг/м³. Досліди проводили за планом повного факторного експерименту 2^k . Обрані основні значення чинників та інтервали їх варіювання, а також верхній і нижній рівні чинників наведені в табл. 1.

Найбільш суттєвий вплив на насипну щільність шихти робить її вологість. Найбільше значення насипної щільності має шихта з вологістю 0-2 %. Насипна щільність вугільної шихти зменшується з підвищенням її вологості до 6-10 % внаслідок появи на поверхні частинок вологи, яка сприяє утворенню агрегатів вугільних частинок, розпушує їх масу. Подальше збільшення вологості викликає швидке зростання насипної щільності внаслідок утворення значних прошарків вологи на поверхні частинок вугілля, що сприяє їх щільнішому укладанню [2]. Але збільшення насипної щільності за рахунок надмірної вологи не є доцільним, так як зокрема зумовлює додаткову витрату тепла на її випаровування при коксуванні.

В межах звичайної вологості вугільних шихт насипна щільність їх знижується зі збільшенням ступеню

Таблиця 1 – Значення чинників та інтервали варіювання

Найменування	X ₁ , %	X ₂ , %	X ₃ , %
Нульовий рівень	0,5	83	6
Верхній рівень	1	91	10
Нижній рівень	0	75	2
Інтервал варіювання	0,5	8	4

Кількість дослідів, порядок та умови їх виконання наведено в плані повного факторного експерименту (табл.2).

Таблиця 2 – План та результати повного факторного експерименту

№	План							Результати дослідів (насипна щільність, кг/м ³)		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ X ₂ X ₃	Y ₁	Y ₂	Y
1	+	+	+	+	+	+	+	588	583	585,5
2	-	+	+	-	-	+	-	555	557	556
3	+	-	+	-	+	-	-	604	601	602,5
4	-	-	+	+	-	-	+	570	572	571
5	+	+	-	+	-	-	-	807	809	808
6	-	+	-	-	+	-	+	790	787	788,5
7	+	-	-	-	-	+	+	840	839	839,5
8	-	-	-	+	+	+	-	820	822	821

Визначення насипної щільності вугільної шихти виконувалось на лабораторній установці, зображеній на рис. 2 [4].

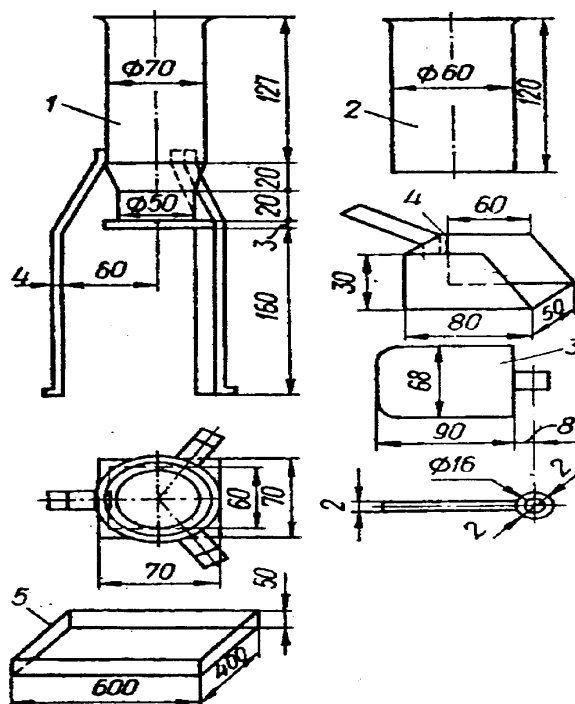


Рисунок 2 – Лабораторна установка для визначення насипної щільності:
 1 – бункер; 2 – приймач; 3 – засув; 4 – совок; 5 - дека

Пристрій складається з бункера 1 для завантаження вугілля, що є циліндром. Бункер має внизу звуження, що закінчується засувом 3. Під бункером розміщується приймач 2, що є посудиною циліндричної форми. Усе це розташовується на залізній деці 5. Бункер наповнюється вугіллям за допомогою совка 4. Для визначення маси застосовувались технічні ваги.

Для досліджень використовували дві проби шихти крупністю 75 % та 91 % класу 0-3 мм. Вихідну пробу вугільної шихти заздалегідь підсушували в кімнаті на металевих листах до повітряно-сухого стану. Вологість проби склала 2 %. Для одного визначення насипної щільності використовували наважку 510,2 г (з урахуванням вологи та маси сухої шихти 500 г). Розрахункова кількість води для приготування шихти з вологістю 10 % склала $555,6 - 510,2 = 45,4$ г.

Кількість обмаслювальної домішки до проби вугільної шихти при витраті 1 % склала 5 г.

Насипну щільність розраховували за формулою:

$$\gamma = \frac{m}{V}, \text{ г/см}^3, \quad (1)$$

де m - маса вугілля в приймачі, г; V - об'єм приймача, см^3 .

Насипну щільність проби вугільної шихти визначали двічі. Середнє арифметичне з двох визначень приймали за кінцевий результат.

Отримані результати занесені до табл.2.

За наслідками повного факторного експерименту розраховували рівняння регресії першого порядку вигляду:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (2)$$

Коефіцієнти лінійного рівняння (2) з кодованими змінними визначали за формулою:

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} Y_u}{N}, \quad (3)$$

де x_{iu} – значення i -го чинника в u -му досліді; Y_u – результат u -го досліді; i – номер чинника; u – номер досліді; N - кількість дослідів.

Розраховане лінійне рівняння з кодованими значеннями чинників має вигляд:

$$y = 696,5 + 12,38x_1 - 12,0x_2 - 117,75x_3 - 0,125x_1x_2 + 2,88x_1x_3 + 4,0x_2x_3 - 0,375x_1x_2x_3 \quad (4)$$

Оцінили значущість коефіцієнтів регресії шляхом порівняння їх з помилкою, яку вони містять. За розрахунками, помилка визначення коефіцієнтів склала: $\sigma_b = 0,48$.

Коефіцієнти b_{12} та b_{123} за модулем менше помилки. Це означає, що взаємодія чинників X_1 та X_2 , а також X_1 , X_2 та X_3 незначна. Відповідні члени рівняння (4) з нього виключаються. Всі інші коефіцієнти більше помилки,

тобто вплив відповідних чинників значущий і взаємодія факторів X_1 та X_3 (обмаслювальна домішка та вологість шихти) і X_2 та X_3 (крупність подрібнення шихти та її вологість) існує.

Таким чином, регресійне рівняння з кодovими значеннями чинників має наступний вигляд:

$$y = 696,5 + 12,38x_1 - 12,0x_2 - 117,75x_3 + 2,88x_1x_3 + 4,0x_2x_3 \quad (5)$$

Перевірка адекватності отриманої моделі виконувалась за допомогою критерія Фішера F :

$$F = \frac{\sigma_{\text{залиш}}^2}{\sigma_y^2}, \quad (6)$$

де σ_y^2 – дисперсія відтворюваності, що розраховується за відрядковими дисперсіями дубльованих дослідів; $\sigma_{\text{залиш}}^2$ – залишкова дисперсія, що характеризує відхилення експериментальних значень y від знайдених за рівнянням регресії та розраховується за формулою:

$$\sigma_{\text{залиш}}^2 = \frac{\sum_{u=1}^N (y_u - y_{up})^2}{f}, \quad (7)$$

де $f = N - k - 1$ – число ступенів свободи, k – число чинників; y_{up} – значення функції відгуку, знайдені за рівнянням регресії; y_u – експериментальні значення функції відгуку.

За результатами розрахунків отримали $\sigma_{\text{залиш}}^2 = 0,52$; $\sigma_y^2 = 3,75$. Критерій Фішера $F = 0,14$.

Адекватність рівняння обґрунтована, якщо розрахункове значення критерія Фішера менше або дорівнює табличному значенню критерія Фішера. Табличне значення F для числа ступенів свободи залишкової дисперсії $f_1 = N - k - 1 = 4$ та числа ступенів свободи дисперсії відтворюваності: $f_2 = N(2-1) = 8$ $F_{\text{табл.}} = 3,84$.

Таким чином отримане регресійне рівняння (5) є адекватним.

За величиною коефіцієнтів рівняння з кодovими змінними робимо висновок про вплив чинників на насипну щільність вугільної шихти в досліджених інтервалах чинників. Так, найбільший вплив на величину насипної щільності має вологість шихти, причому цей вплив зворотний. Обмаслювальна домішка та крупність подрібнення за силою майже однаково впливають на насипну щільність шихти, але вплив їх має різний напрям, а саме: крупність подрібнення впливає обернено, а обмаслювальна домішка – прямо.

Для використання регресійного рівняння з метою визначення насипної щільності вугільної шихти в досліджених інтервалах розрахунковим методом здійснено перехід від кодovих змінних до натуральних. Перехід від кодovих змінних до натуральних виконується шляхом підстановки значень кодovих змінних $x_1 = (X_1 - 0,5)/0,5$, $x_2 = (X_2 - 83)/8$, $x_3 = (X_3 - 6)/4$ в отримане рівняння регресії (5).

Після відповідних алгебраїчних перетворень регресійне рівняння з натуральними значеннями чинників має наступний вигляд:

$$Y = 1051,7 + 12,61X_1 - 2,25X_2 - 40,53X_3 + 1,44X_1X_3 + 0,13X_2X_3 \quad (8)$$

Висновки:

1. Серед факторів, що впливають на насипну щільність вугільної шихти найбільш значущими є вологість шихти, її гранулометричний склад та обмаслювальна домішка.

2. Проведені дослідження впливу означених чинників на насипну щільність вугільної шихти з використанням повного факторного експерименту.

3. Розраховані регресійні рівняння, що дозволяють визначити вплив кожного чинника на насипну щільність вугільної шихти, а також визначити насипну щільність розрахунковим способом в досліджених інтервалах значень чинників.

Посилання

1. Грязнов Н.С. Основы теории коксования/ Н.С. Грязнов. - М.: Металлургия, 1976. – 312 с.
2. Соколова В.П. Определение рационального расхода органической добавки к влажной угольной шихте для повышения её насыпной плотности/В.П.Соколова, Н.Ю.Свист, Н.Н.Хорошко// Стратегия качества в промышленности и образовании: Материалы 7-й Междунар. конф., 3-10 июня 2011 г., г. Варна, т.2. - С. 282-285.
3. Винарский М.С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях/М.С.Винарский, М.В.Лурье.– К: Техніка, 1975.–168 с.
4. Склад М.Г. Химия твердых горючих ископаемых. Лабораторный практикум / М.Г.Склад, Ю.Б.Тютюнников. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1985. – 247 с.

**РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ПРОЦЕССОВ РАСПАДА
ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ**

Ст. преп. Т.А. Зайцева

Національна металургійна академія України, г. Дніпро

Одно из ведущих мест в мировом производстве стали занимает особая группа высокопрочных материалов – мартенситно-стареющие стали (МСС), известные за рубежом как *maraging steels*. Появились они в начале 60-х годов XX века. Именно тогда среди известных машиностроительных материалов доля металлов составляла порядка 85 % [1]. Широкую известность МСС завоевали главным образом благодаря уникальному сочетанию механических

свойств и технологичности. Однако, несмотря на все преимущества, использование МСС в различных отраслях промышленности на сегодня лимитировано. Обусловлено это тем, что до сих пор недостаточно изучены вопросы, связанные с разработкой оптимальной технологии промышленной выплавки,ковки, прокатки и термической обработки этого класса сталей.

Не решен также ряд проблем металлографического характера, возникших с появлением этого класса высокопрочных конструкционных материалов: в некоторой степени “черным ящиком” для исследователей остается безуглеродистый мартенсит (исходный материал), а также процессы, происходящие при старении этих своеобразных по своему химическому составу сплавов с ОЦК решеткой. В этих направлениях необходимо накопление экспериментальных данных.

Анализ литературных источников показывает, что результаты исследований многих эксплуатационных свойств МСС в подавляющем большинстве были получены с помощью методов электронной микроскопии, металлографического анализа, механических испытаний.

Работ, посвященных рентгенографическому исследованию МСС, с момента появления этого класса высокопрочных материалов не так уж и много [2–5 и др.]. Первая публикация вышла в 1963 году [6]. С учетом изложенного выше исследование процессов, происходящих при старении МСС, в данной работе проводили с помощью методов рентгеноструктурного анализа.

Материал и методика исследования. В качестве объектов исследования выбраны мартенситно-старяющие стали Н10К12М6В6ТЮС (группа сталей общего назначения с умеренной пластичностью и вязкостью) и Н10Х10К2МТ2Ю (группа нержавеющей сталей). Сталь Н10К12М6В6ТЮС (экспериментальная) характеризуется пониженным содержанием никеля и повышенным содержанием кобальта, молибдена и вольфрама.

Образцы МСС были получены двойным вакуумным переплавом, имеют низкое количество примесей и содержат 0,003 % бора, 0,02 % циркония, 0,05 % кальция, способствующих связыванию вредных примесей. Кованые прутки из исследуемых сталей подвергали закалке от температуры 1200 °С в масло, обработке холодом в жидком азоте (– 73 °С) и старению в интервале температур 400...700 °С (выдержка – два часа).

Съемку образцов проводили на рентгеновском дифрактометре ДРОН-2,0 в излучении железного анода.

Физическое уширение линий, вызванное микронапряжениями и дисперсностью блоков, определяли методом аппроксимации, изучая изменение формы дифракционных линий (110) и (220).

К сожалению, методами рентгеноструктурного анализа не всегда удается выявить наличие второй фазы, так как интерметаллиды, выделяющиеся при старении МСС, очень дисперсны. Уловить более ранние стадии распада пересыщенного твердого раствора позволяет наблюдение за изменением параметра кристаллической решетки мартенсита. Эта характеристика, по мнению авторов [7, 8], является более информативной, чем обычные методы

рентгеновского фазового аналізу, поскільки непрямо пов'язана з вмістом в твердому розчині того чи іншого легируючого елемента.

Параметр кристаллической решетки (a) визначали методом В.В.Куколя. Метод дає точність в визначенні кута скользяння около 6° , не потребує вимірювання 'хвостів' дифракційних максимумів, не пов'язан з моделюванням профілів ліній аналітичними вираженнями, придатний для аналізу слабких і розмитих ліній. Значення a при цьому визначають з погрешністю $\Delta a = \pm (0,0010-0,0001) \cdot 10^{-10}$ м, характерною для прецизійних методів вимірювання параметрів решетки.

Результати дослідження. Результати розрахунків параметра решетки a і істинного фізичного уширення β рентгеновських ліній для сталей Н10К12М6В6ТЮС і Н10Х10К2МТ2Ю приведено на рис. 1 – 3.

Сравнение изменения параметра кристаллической решетки сталей Н10К12М6В6ТЮС і Н10Х10К2МТ2Ю (рис. 1) показує, що найбільш інтенсивне змінення a спостерігається в сталі Н10К12М6В6ТЮС: від $2,8794 \cdot 10^{-10}$ м в закаленному стані до $2,8771 \cdot 10^{-10}$ м при температурі 400°C . Далішнє підвищення температури отпускa приводить до більш значительного зменшення параметра решетки: до $2,8724 \cdot 10^{-10}$ м при 550°C ; $2,8714 \cdot 10^{-10}$ м при 600°C ; $2,8716 \cdot 10^{-10}$ м при 700°C . Далішній нагрів приводить до повторного розчинення випавших інтерметаллідних фаз і дифузійному переходу елементів, входять в склад фаз, в твердий розчин.

Для сталі Н10Х10К2МТ2Ю змінення параметра решетки спостерігається в тому ж температурному інтервалі, але величина цього змінення значительно менше. Вероятно, це пов'язано з тим, що сталь Н10К12М6В6ТЮС (по сравнению со сталью Н10Х10К2МТ2Ю) містить підвищене вміст кобальта, молибдена і вольфрама, атомні радіуси котрих значительно перевищують атомний радіус заліза.

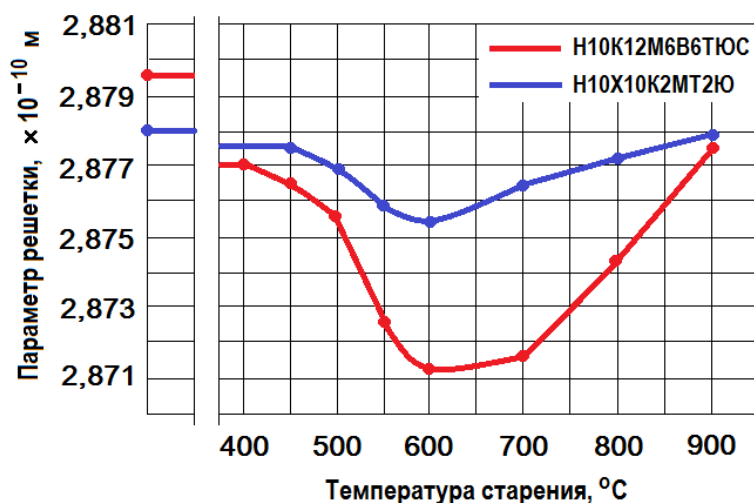


Рисунок 1 – Змінення параметра кристаллической решетки сталей Н10К12М6В6ТЮС і Н10Х10К2МТ2Ю при старінні

По предварительным данным (химический состав) и экспериментальным данным (кривые изменения a исследуемых сталей) видно, что параметр решетки стали Н10К12М6В6ТЮС в закаленном состоянии больше, чем у стали Н10Х10К2МТ2Ю (соответственно $2,8794 \cdot 10^{-10}$ и $2,8780 \cdot 10^{-10}$ м). Переход атомов кобальта, молибдена и вольфрама в дисперсные интерметаллидные фазы CoTi , Ni_3Mo , Fe_2Mo , Fe_3W_2 [9] приводит к более существенному изменению параметра решетки стали Н10К12М6В6ТЮС.

Рентгеновский метод позволяет получить усредненные по облучаемому объему данные, в то время, как значительная неоднородность по химическому составу может приводить к тому, что значения параметра решетки в отдельных микрообъемах будут различными.

При выделении избыточных фаз из-за того, что кристаллическая решетка выделяющейся фазы отличается от кристаллической решетки матрицы, и обе фазы имеют разные удельные объемы, на их границе создаются напряжения, которые сохраняются вследствие наличия когерентности решеток. Все это приводит к уширению линий на рентгенограмме.

На рисунках 2 и 3 приведены изменения истинного физического уширения линий (110) и (220) в зависимости от температуры отпуска исследуемых МСС. Как известно, на уширение линий с малыми индексами – в данном случае (110) – наиболее сильно влияет дисперсность блоков. Присутствие микронапряжений больше сказывается на уширении линий с большим значением индексов – (220).

Следует отметить хорошее соответствие между изменениями параметра кристаллической решетки и физическим уширением линий сталей Н10К12М6В6ТЮС и Н10Х10К2МТ2Ю.

Пересыщенный твердый раствор (закаленное состояние) характеризуется размытыми линиями с наибольшим значением физического уширения. Переход в стабильное состояние сопровождается выделением избыточных фаз и уменьшением ширины линий.

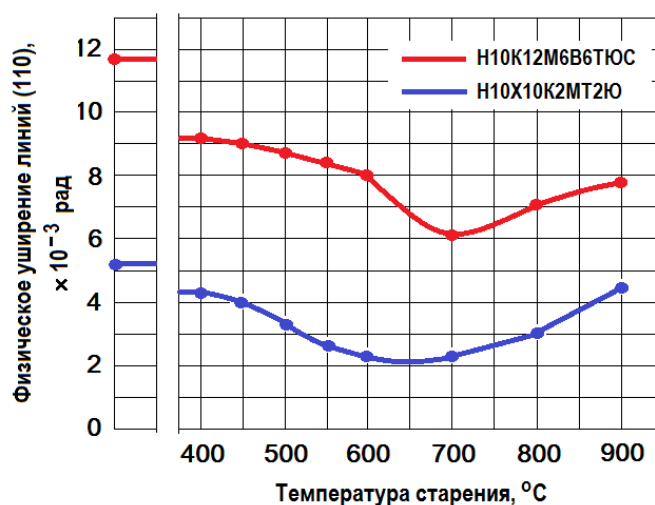


Рисунок 2 – Изменение физического уширения линий (110) сталей Н10К12М6В6ТЮС и Н10Х10К2МТ2Ю при старении

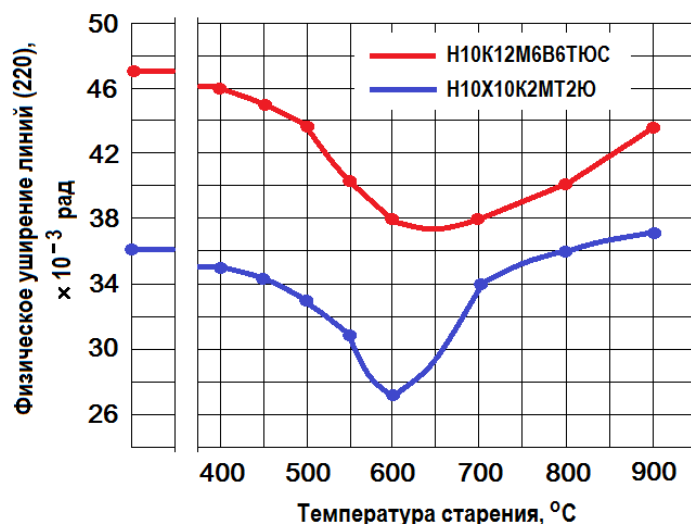


Рисунок 2 – Изменение физического уширения линий (220) сталей H10K12M6B6TiOС и H10X10K2MT2Ю при старении

Наиболее равновесное состояние достигается при температуре 600–700 °С. Дальнейшее увеличение температуры отпуска приводит, как отмечалось выше, к растворению выпавших интерметаллидных фаз, и это сопровождается возникновением микронеоднородности, которая фиксируется возрастающим физическим уширением линий.

Выводы. С использованием методов рентгеноструктурного анализа проведено исследование процессов распада мартенситно-старяющихся сталей H10K12M6B6TiOС и H10X10K2MT2Ю: определены истинное физическое уширение линий (110) и (220) и параметры кристаллической решетки мартенсита в закаленном состоянии и после отпуска в интервале температур от 400 до 900 °С.

В результате анализа экспериментальных данных предварительно можно рекомендовать рабочий интервал температур для сталей H10K12M6B6TiOС и H10X10K2MT2Ю – от криогенных до 450–500 °С.

Окончательно определить оптимальные параметры режимов термической обработки сталей H10K12M6B6TiOС и H10X10K2MT2Ю можно только после их комплексного исследования с использованием других, независимых друг от друга, методов (механических испытаний, электронной микроскопии и др.).

Ссылки

1. Прусаков Б.А. Проблемы материалов в XXI веке (обзор) // МиТОМ. – 2011. – № 1. – С. 3 – 5.
2. Примислер В.Б., Константинова Т.Е., Добриков А.А., Перекрестова Л.Д., Потапов Г.А. Старение деформированных мартенситно-старяющихся сплавов Fe-Ni-W в температурном интервале выделения фазы Лавеса // Металлофизика и новейшие технологии. – 2000. – Т. 22, № 1. – С. 33 – 39.
3. Мироненко П.А. Термическая обработка коррозионно-стойких мартенситно-старяющихся сталей // Сб. докл. 2-го Междунар. симп-ма

- “Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов в машиностроении”. – Харьков, 2001. – С. 130 – 132.
4. Кутяйкин В.Г. Влияние деформации и термической обработки при металлургическом переделе на искажение кристаллической решетки и механические свойства сталей // МиТОМ. – 2002. – № 28 – С. 13 – 17.
 5. Эфрос Б.М., Лоладзе Л.В., Эфрос Н.Б., Конакова И.П., Юшков В.И., Тютенко В.С. Влияние термопластической обработки на фазовый состав, текстуру, структуру и механические свойства мартенситно-старяющей стали // Сб. докл. 4-го Международного симпозиума “Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов в машиностроении”. – Харьков, 2003. – С. 128 – 132.
 6. Перкас М.Д. Исследование структуры и свойств α -фазы сплавов на основе системы железо–никель // ФММ. – 1963. – Т. 15, вып. 4. – С. 554 – 564.
 7. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учебное пособие для вузов. – Изд. 4-е, доп. и перераб. – М.: МИСИС, 2002. 360 с.
 8. Лобода П.І., Карасевська О.П., Троснікова І.Ю. Рентгеноструктурний аналіз матеріалів у дисперсному стані: навч. посіб. – Київ: Центр учбової літератури, 2017. – 140 с.
 9. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. / М.И.Гольдштейн, С.В.Грачев, Ю.Г.Векслер // Специальные стали: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МИСИС, 1999. – 408 с.

В порядке дискуссии

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Ст. науч. сопр. С.К. Калиновский, ст. преп. Т.А. Зайцева
Національна металургійна академія України, г. Дніпр

Операция термической обработки в определенных условиях может рассматриваться как стык целого ряда областей знания. Материаловедение, физика, квантовая механика, медицина, философия, экология для понимания сущности протекающих в объектах живой и ”неживой” природы процессов сфокусировались вокруг исследований, направленных на изучение взаимодействия высокочастотных полей малой мощности с материальным миром.

Сочетанное воздействие термической обработки и высокочастотного волнового облучения дает возможность получить структуры с нестандартными свойствами. Материаловедческий аспект данной проблематики только начинает выходить на повестку дня. Изучение состояния вопроса по литературным источникам позволило выявить

незначительное количество публикаций, авторы которых разрозненно пытаются решить ряд задач прикладного использования нетипичных волновых процессов. В первую очередь, интерес вызывает характер влияния полей на превращения, протекающие в материалах (преимущественно в металлах) в результате их нагрева и охлаждения в присутствии так называемых концентраторов поля различного типа.

Такие взаимодействия представляют новизну для науки. Это подтверждают исследования, направленные на определение совокупности классификационных параметров сталей [1–4]. С помощью множества фактографических данных, которые были названы классификационными признаками, и программного обеспечения, специально разработанного для решения оптимизационных задач, из имеющихся марок стали можно выделить наилучшие объекты, наиболее полно отвечающие конкретным условиям эксплуатации. Однако ни в отечественном, ни в зарубежных отраслевых марочных сортаментах и нормативно-технической документации на металлическую продукцию нет требований, регламентирующих волновые свойства сталей и сплавов различного химического состава.

На первый взгляд, контроль волновой активности в готовых изделиях из черных и цветных металлов выглядит несколько необоснованным. Но, с другой стороны, волновым процессам в жизнедеятельности биологической клетки, как показывают отдельные исследования, принадлежит ведущая роль. По этой причине учет волновой активности особенно актуален для так называемых медицинских сталей и других материалов, нашедших применение в имплантологии и ортопедии.

Существование различных видов энергии налагает особый отпечаток на природу процессов, происходящих в окружающем мире. Электромагнитная, механическая, химическая, ядерная и другие виды энергии прочно вошли в нашу жизнь. Электромагнитная энергия как носительница высокочастотной составляющей поля вращения наиболее доступна для выполнения исследований.

Под влиянием непостоянных электромагнитных полей изменяется размер зерна в металлах, претерпевает изменение соотношение структурных составляющих, дисперсность пластинчатого перлита, изменяется морфология фаз в сталях и сплавах [5]. При определенных соотношениях частоты и напряженности электромагнитных полей ускоряется образование зернистых структур в процессе отжига сталей и при изотермическом распаде аустенита после ускоренного охлаждения. При этом в исследованных образцах из сталей марок 35, 40Х, У8 характер сфероидизации оказался зависимым от параметров поля. Изменения в структуре под действием резонансного влияния электромагнитных полей прослеживается и в неферромагнитных материалах (сплав АЛ25) [6].

Исследования резонансного воздействия электромагнитных полей на характер протекания процессов кристаллизации и фазовых превращений в сталях и сплавах [7] позволили выявить зависимость структурообразования от параметров поля. В частности, от характеристик поля зависят величина

действительного зерна, доленое соотношение структурных составляющих, дисперсность образующихся фаз. Однако, в ходе экспериментов было выявлено, что определение численных значений резонансных параметров представляет определенную сложность по причине минимизации интервала значимых характеристик волновых процессов. В свою очередь, значения частоты колебаний определяются типом кристаллической решетки, магнитными свойствами, химическим составом, первоначальной структурой сталей и сплавов, температурно-временными параметрами обработки расплава, режимами кристаллизации и термической обработки.

Показательны примеры регистрации информационных взаимодействий в системах живой и “неживой” природы [8]. На сегодняшний день многими исследователями подтвержден факт наличия информационного обмена в биологических системах. Для подтверждения подобного явления в объектах “неживой” природы была отработана методика определения тонких взаимодействий на примере исследований процессов кристаллизации и фазовых превращений в металлах и сплавах. При выполнении работы были использованы электронные, оптические, механические и биологические методы регистрации. Полученные результаты позволяют предполагать наличие информационных взаимодействий в процессах фазовых превращений в металлах и сплавах.

Возвращаясь к процессу формирования структурного состояния материалов в ходе термической обработки, следует отметить, что осуществление волнового воздействия на стадии охлаждения металлоизделий может дать значимый результат при высоких значениях напряженности поля.

Выводы. Высокочастотные поля малой мощности представляют собой перспективный способ обработки материалов, в том числе черных и цветных металлов. Термическая обработка при воздействии различных видов полей может быть одним из путей получения изделий, обладающих улучшенным комплексом традиционных потребительских свойств для так называемых медицинских сталей и других материалов, нашедших применение в имплантологии и ортопедии.

Ссылки

1. Калиновский С.К. Энергетическое материаловедение // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. научн. тр. Приднепровской гос. акад. строительства и архитектуры. Вып. 10. – Днепропетровск: Gaudeamus. – 2000. – С. 113–114.
2. Калиновский С.К., Костыря В.Ю., Юшкевич О.П., Флоров В.К., Белогорцева И.Ю. Первичная классификация конструкционных материалов для машиностроения // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. научн. тр. Приднепровской гос. акад. строительства и архитектуры. – Вып. 10. – Днепропетровск: Gaudeamus. – 2000. – С. 114–119.
3. Калиновский С.К., Костыря В.Ю., Новгородова А.Г. Базовая классификация машиностроительных материалов // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2001. – № 1. – С. 50–51.

4. Большаков В.И., Флоров В.К., Калиновский С.К. Оптимизация марочного сортамента сталей для фасонного проката и листов. – К: Вища школа, 1994. – 15 с.
5. Долженков И.Е., Клименко А.П., Карнаух А.И., Андрианова И.И. К вопросу об энергоинформационных технологиях // Теория и практика металлургии. – 1999. – № 1. – С. 42–48.
6. Долженков И.С., Клименко О.П., Карнаух А.И., Барвінова Н.В. Резонансный вплив електромагнітних полів на процеси фазових перетворень // Металознавство та термічна обробка металів. – 1999. – № 3. – С. 53–57.
7. Клименко А.П., Карнаух А.И., Долженков И.Е., Шепилова Н.В. Влияние резонансного воздействия электромагнитных полей на процессы кристаллизации и фазовые превращения в сталях и сплавах // Тезисы докладов Международного семинара "Проблемы современного материаловедения". – Днепропетровск: Изд-во ПГАСиА.– 1996. – С. 8–9.
8. Клименко А.П., Клименко П.Л., Карнаух А.И., Долженков И.Е. Универсальность информационного обмена // Теория и практика металлургии. – 1998. – № 1. – С. 50–51.

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КАЛІБРОВКИ ПРИ ВАЛКОВО-РОЛИКОВІЙ ПРОКАТЦІ

Бакалаври О.А. Книжжук, В.В. Фісюк

Керівники –ст. викл. Ю.М. Николаєнко, доц., канд. техн. наук І.А. Соловійова

Національна металургійна академія України (НМетАУ)

Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ

м. Дніпро

Головною особливістю валково-роликового процесу прокатки труб і відповідно прокатного інструменту є те, що деформація заготовки по діаметру здійснює в рівчачах змінного радіусу і це не вимагає зближення валків в процесі прокатки, а деформацію за товщиною стінки здійснюють рівчачами постійного радіусу на циліндричній оправці, що вимагає зближення валків в процесі прокатки.

Зближення (розвинення) валків можна здійснити, якщо валки спираються на опорні планки за рахунок нахилу їх робочих поверхонь до осі прокатки, як на станах ХПТР. Наявність на валково-роликовому інструменті частини рівчача зі змінним радіусом робить необхідним, на відміну від станів ХПТР, синхронізацію обертання валків і переміщення кліті, як на валкових станах за допомогою рейково-шестерневого приводу. Цим вимогам задовольняє двовалковий стан ХПТПВ 15-30, який був обраний для випробування нового процесу, так як на ньому валки спираються на опорні плити і їх обертання кінематично пов'язано з переміщенням кліті. Однак робочі поверхні планок, паралельні осі прокатки при валковому процесі, повинні мати нахил при новому процесі [1]. На рисунку 1 наведена схема валково-роликової прокатки.

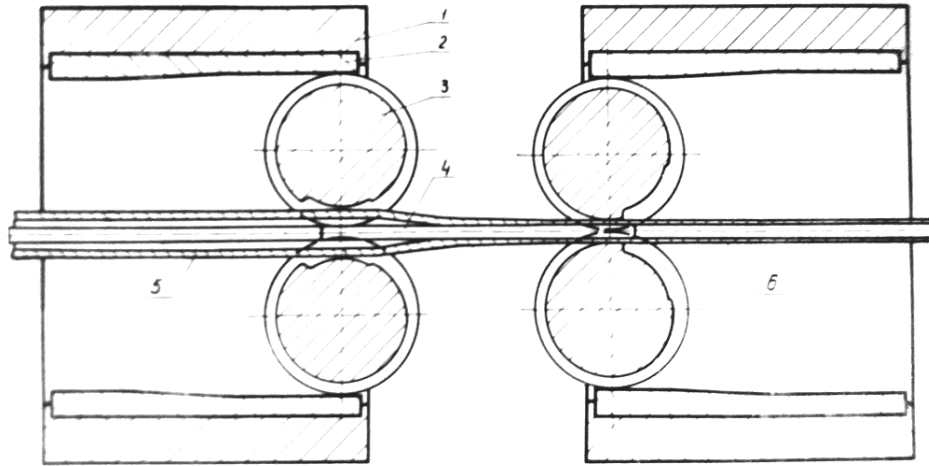


Рисунок 1 – Схема валково-роликової прокатки

Валки 3, які спираються на закріплені в кліті I планки 2, які мають рівчаки змінного радіуса в зоні редукування I та постійного радіуса в зонах обтиснення і калібровки II і III. Опорні планки мають відповідні зони, у обтискній зоні робочі поверхні планок нахилені до осі прокатки. Так як обтиснення по товщині стінки в валково-роликовому процесі здійснюється за рахунок зменшення зазору між валками, на початку обтискної зони необхідний зазор між валками, який дорівнює подвійному обтисненню по товщині стінки, який монотонно зменшується в кінці обтискної зони, як на станах ХПТР. На станах ХПТР цей зазор збільшується від зазначеного перетину до початку зони редукування, так як інакше неможливо було б здійснити обтиснення по діаметру навіть на незначну величину в зоні редукування рівчаками постійного радіусу [1-2].

Застосування цього принципу на валково-роликовому інструменті при значній протяжності зони редукування, необхідній для досягнення великих обтиснень по діаметру, призвело до великих зазорів між валками в зоні редукування, особливо на її початку (рисунок 2, крива 1). Це несприятливо позначається на стійкості поперечного профілю заготовки при редукуванні, що обмежує обтиснення по діаметру і збільшує мінімально допустиму товщину стінки заготовки.

Для усунення цього недоліку було запропоновано робочу поверхню опорних планок в зоні редукування виконати зі зворотним нахилом в порівнянні з обтискною зоною (рисунок 2, крива 2). З метою ще більшого зменшення зазору і більш плавного переходу від зони редукування до обтискної зони на рівчаку було запропоновано рівчак на частині обтискної зони $l_{0I} = \left(\frac{1}{8} \dots \frac{1}{4}\right) l_0$ виконувати зі змінним радіусом рівчака (рисунок 2, крива 3).

На рисунку 3 наведена калібровка валка з описаними особливостями. При розрахунку калібровки валко-роликового інструменту можуть бути використані існуючі загальні принципи, що характеризують режими, розподіл деформації в кожній зоні: редукування, обтиснення, калібровки.

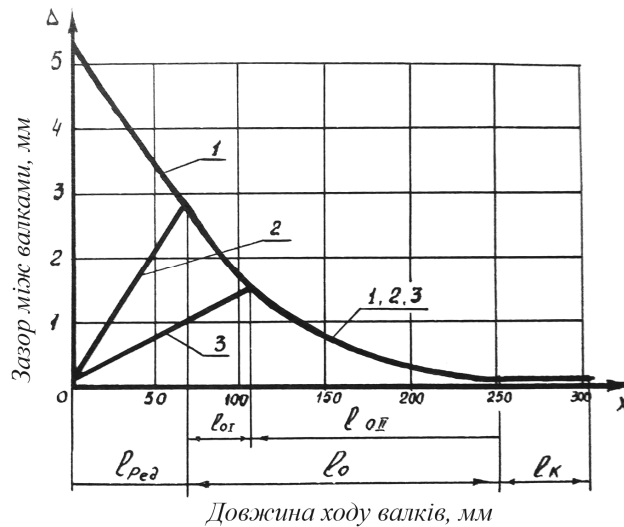


Рисунок 2 – Зміна зазору між валками:

1 – монотонне зменшення зазору по всій довжині; 2 – збільшення зазору тільки в зоні редукування; 3 – збільшення зазору в зоні редукування і на частині обтискувальної зони.

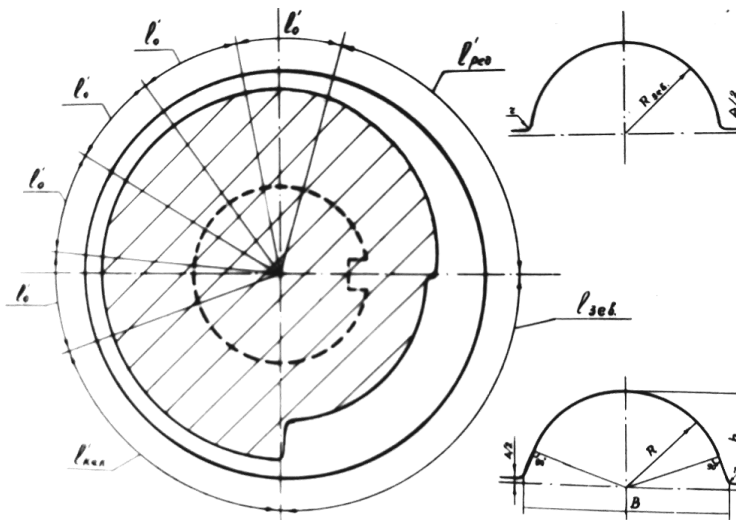


Рисунок 3 – Калібрівка валка

Висновок

Валковий-роликовий спосіб прокатки поєднує в собі переваги валкового і роликового способів прокатки, тобто створюється можливість значного обтиснення як по діаметру, так і товщині стінки та отримання труб, які відповідають високим вимогам по точності розмірів і чистоти поверхні, особливо для труб малих діаметрів (менше 10 мм) і товщини стінок.

Посилання

1. Попов, М.В. Исследование и создание новых процессов и оборудования холодной периодической прокатки труб. – Автореф. дис. д-ра техн. наук. – М., 1978. – 42 с.
2. Атанасов, В.Р. Развитие процессов пильгерной прокатки прецизионных труб: Монография / В.Р. Атанасов, Ю.М. Беликов, А.А. Терещенко. – Дніпропетровськ: Січ, 2014. – 136 с.

РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ПЕРЕСУВАННЯ КРАНІВ ТА КРАНОВИХ ВІЗКІВ

Студент А.С. Коновалов

Керівник – ст. викладач В.М. Василенко

Національна металургійна академія України (НМетАУ)

Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ

м. Дніпро

При розрахунках та проектуванні механізмів пересування вибирають ходові колеса, електродвигуни, редуктор, гальмо, муфти. Після вибору необхідно перевірити механізм на сталість руху (відсутність пробуксовки ходових коліс).

При нормальній роботі крана та кранового візка приводні колеса перекочуються по рейкам без ковзання. Але в період різкого прискорення при пуску чи гальмуванні зв'язок між приводними колесами і рейками може порушитися з появою пробуксовування або повного буксування коліс.

Порушення стійкості руху крана (буксування) пов'язане не лише зі зменшенням швидкості й продуктивності, але також і з різким збільшенням напруженості всією приводної лінії, оскільки в ній збуджуються незатухаючі коливальні процеси типу автоколивань з постійними амплітудами, які можуть бути небезпечними для міцності механізму. Крім того, при буксуванні відбувається спрацювання ободів приводних коліс.

Через це треба провести перевірку механізму на стійкість руху крана, виконавши розрахунок коефіцієнта запасу зчеплення колеса з рейкою. Оскільки ймовірність нестійкого руху більша при малому тиску на приводні колеса, то розрахунок слід робити для кранів з роздільним приводом, коли крановий візок перебуває в одному з крайніх положень моста.

Умова стійкого руху

$$F_{зч} \geq k_{зч} (W_{зак} - F_m)$$

де $k_{зч}$ - коефіцієнт запасу зчеплення колеса з рейкою.

Щоб не було буксування ходових коліс, сила зчеплення повинна бути більшою за загальне тягове зусилля $W_{зак}$ привода ненавантаженого крана при пуску без урахування опору від тертя в підшипниках коліс F_m .

Для забезпечення необхідного запасу зчеплення $k_{зч} \geq 1,2$ при пуску ненавантаженого крана його прискорення повинно бути не більшим ніж те, що визначено за формулою

$$a_{пmax} = i [z_{пр} / z_{заз} (\varphi_{зч} / k_{зч} + fd/D) - \omega_o - F_e / G_k] g,$$

де ω_o - коефіцієнт опору пересуванню крана; $z_{пр}$ - загальне число коліс на крані; $\varphi_{зч}$ - коефіцієнт зчеплення колеса з рейкою.

Коефіцієнт зчеплення залежить від стану колії та умов роботи крана: $\varphi_{зч} = 0,12$ для кранів, що працюють на відкритому повітрі; $\varphi_{зч} = 0,20$ для кранів, установлених у закритих приміщеннях; $\varphi_{зч} = 0,25$ для кранів з піскоструминним пристроєм; $\varphi_{зч} = 0,35 \dots 0,45$ для коліс з гумовим ободом.

Фактичний коефіцієнт запасу зчеплення ведучих коліс з рейками в загальному вигляді з урахуванням вітрових навантажень

$$k_{зч} = \frac{\varphi_{зч}}{(a_n/g + F_e/G_k + C)z_{заз}/z_{пр} - fd/D} \geq 1,2,$$

де a_n – фактичне прискорення при пуску, $a_n = v/t_n$; ω_0 – коефіцієнт опору пересуванню крана при $k_p = 1$.

Допустиме середнє прискорення становить $0.05 \dots 0,25 \text{ м/с}^2$, максимальне – $1 \dots 1,2 \text{ м/с}^2$.

З урахуванням пружних коливань механізму та ударів в приводі при замкненні зазорів у з'єднаннях коефіцієнт запасу зчеплення можна визначити за формулою

$$k_{зч} = \frac{G_{зч} \varphi D}{2 M_{п.к} + \sqrt{M_{п.к}^2 + 2c\theta M_{п.к}}} \geq 1.$$

Тут D – діаметр приводного колеса; c – коефіцієнт крутильної жорсткості трансмісійних валів; θ – зведений кутовий зазор у трансмісії; $M_{п.к}$ – крутний момент на валу приводних ходових коліс: при розгоні

$$M_{п.к} = M_{п.ф} u_m \mu_m;$$

при гальмуванні

$$M_{п.к} = M_r u_m \mu_m;$$

де $M_{п.ф}$ – середньопусковий момент усіх приводних коліс; M_r – гальмівний момент усіх гальм; u_m, μ_m – відповідно передаточне число і КПД механізму.

Механізми з індивідуальними приводами перевіряють на зачеплення коліс з рейками при роботі з одним приводом, коли крановий візок без вантажу розташований на боці привода. Коефіцієнт запасу зчеплення в цьому разі $k_{зч} = 1,02 \dots 1,1$ (більше значення – при дії на кран вітрових сил).

Висновки

Перевірку кранів та кранових візків на сталість руху (відсутність пробуксовки ходових коліс) необхідно виконувати без навантаження крана т.я. при цьому сила зчеплення ходових коліс з рейками мінімальна.

Для збільшення тертя і сили зчеплення рекомендується використовувати піскоструйні апарати.

Посилання

- 1 Іванченко І.Ф. Підйомно-транспортні машини: Підручник.-К.: Вища шк.,1993. -413с.
2. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. - Х.: Изд-во «Форт», 2007. – 256 с.

ЗМІЦНЕННЯ МАТРИЧНИХ КІЛЕЦЬ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТРУБОПРОФІЛЬНОГО ПРЕСУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НЕРЖАВІЮЧИХ ТРУБ ШЛЯХОМ НАНЕСЕННЯ НАНОПОКРИТТІВ АМОРФНИХ СПЛАВІВ

*Аспірант¹, викладач² Л.С. Кривчик,
проф.¹, канд. техн. наук Т.С. Хохлова, викладач-методист² В.Л. Пінчук,
ст. викладач², канд. техн. наук Г.О. Срібрянський*

*¹Національна металургійна академія України (НМетАУ), кафедра
термічної обробки металів, м. Дніпро*

²Нікопольський фаховий коледж НМетАУ, м. Нікополь

Широке поширення одержав процес виробництва сталевих труб методом пресування на гідравлічних пресах. Спосіб гарячого пресування дозволяє виготовляти труби із усіх сталей і сплавів, які важко деформуються. На відміну від трубопрокатних установок на пресах, можна одержати труби з більш тонкою стінкою й меншого діаметра, особливо, коли на трубопресових установках застосовують редуційні, редуційно-розтяжні й калібрувальні стани. [1]

Стійкість важко навантаженого пресового інструмента визначається в основному властивостями матеріалів, що застосовуються для його виготовлення, режимами його термообробки, термосиловими умовами експлуатації, формою й конструктивним виконанням складного інструмента.[2]

Створення високопродуктивних і стійких в експлуатації інструментів зв'язане, у першу чергу, із проблемою одержання й обробки таких матеріалів, які могли б протистояти жорстким умовам роботи. Високі механічні властивості інструмента і його теплостійкість (червоність) досягаються спеціальним легуванням і термічною обробкою. Таким чином, певний інтерес представляє розробка й коректування методів термічної обробки і нанесення спеціальних покриттів для підвищення зносостійкості інструменту. [3]

Пресування має такі переваги: можливість виробництва труб з малопластичних сталей та сплавів, кольорових металів та сталей; виробництво труб та профілів складної форми; можливість отримання біметалічних труб; простота переходу на інший розмір; компактність обладнання. [3]

Якість труб, отриманих пресуванням, визначається значною мірою стійкістю інструмента.

Робочий інструмент працює в умовах високих температур, інтенсивних швидкостей ковзання і значного питомого тиску, що зумовлює необхідність використати як матеріал високолеговані теплостійкі інструментальні сталі, що володіють підвищеною в'язкістю і міцністю. [4]

З урахуванням умов експлуатації до матеріалу ставляться такі вимоги: висока теплостійкість; в'язкість; висока розгаростійкість; зносостійкість; жаростійкість; висока теплопровідність [5].

Матриця є найбільш важливим інструментом, в якому змінюється форма заготовки, тому вона – найбільш зношена частина пресового інструменту. Основні причини руйнування матриць: втрата форми і розмірів каналу, крихке руйнування і розгарні тріщини (рисунок 1).



Рисунок 1 – Картина зносу матриці трубопрофільного пресу

Особливістю виробництва труб пресуванням з нержавіючих і високолегованих сталей є низька стійкість пресового інструмента. При пресуванні нержавіючих труб стійкість матричних кілець збірних матриць горизонтальних пресів складає 4-6 пресувань.[6]

Для виготовлення матричних кілець горизонтальних трубопрофільних пресів найчастіше використовують вториннотвердіючі штампові сталі 4X5MФ1С та 5X3B3MФС, які піддають термічній обробці [7]. Традиційна технологія термозміцнення інструменту з штампових сталей уявляє собою загартування з наступним відпуском. Загартування проводиться для розчинення значної частини карбідів і одержання високолегованого мартенситу. Тому температури загартування – підвищені й обмежуються лише необхідністю зберегти дрібне зерно й достатню в'язкість.

Нагрівання до 1080–1100°C створює досить повне насичення аустеніту (мартенситу) і високі міцнісні властивості. Більше нагрівання не потрібне; воно уже мало поліпшує теплостійкість, але викликає значний ріст зерна в сталях до бала 8 (при 1150°C) і сильно погіршує в'язкість, пластичність і розгаростійкість. При загартуванні важливим завданням є захист від обезвуглецювання; оскільки температури загартування – високі. Обов'язкове застосування заходів захисту; найбільш доцільне нагрівання в соляних ваннах.[8]

Після загартування дані сталі рекомендується підстужувати на повітрі до 950 – 900°C, а потім прохолоджувати в маслі.

Операцію відпуску виконують негайно після загартування з метою попередження тріщин. Як правило, відпуск роблять на твердість 45 – 52 HRC. Оскільки при нагріванні для відпуску в структурі зберігається багато аустеніту, доцільне проведення дворазового відпуску. Температура другого

відпуску може бути на 10 – 20°C нижче, а його тривалість на 20 – 25% менше, чим першого відпуску. Охолодження після відпуску проводиться на повітрі.

Мікроструктура сталі 4X5МФ1С після загартування з дворазовим відпуском показана на рисунку 2.

Для зміцнення матричних кілець і підвищення їх експлуатаційної стійкості виконано зміцнення робочої поверхні інструменту шляхом газоплазмового нанесення нанопокриття аморфного сплаву на основі заліза, кремнію і бору та отримання поверхневого шару товщиною 0,15 - 0,25 мм і твердістю $HV_{0,1}$ 980-1150.

Технологія отримання самофлюсуючих порошків для зносостійких покриттів включає в себе наступне: отримання аморфної стрічки або волокна,

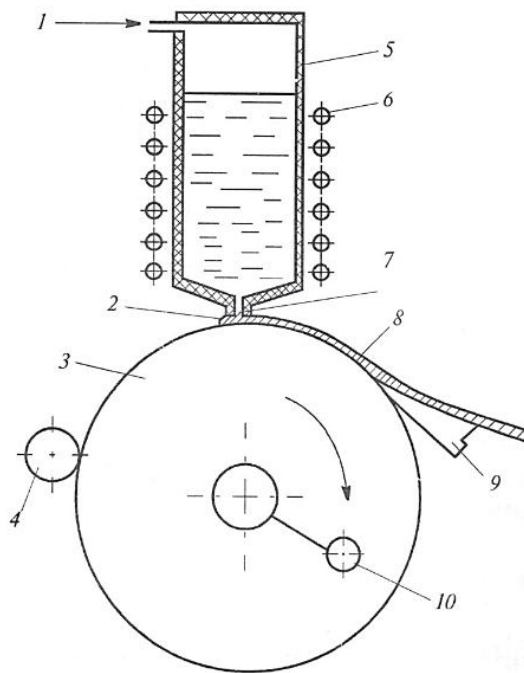


Рисунок 3 – Схема отримання аморфної стрічки:

- 1 – інертний газ; 2 – розплав; 3 – барабан-холодильник; 4 – пристрій відновлення поверхні барабана;
- 5 – тигель; 6 – індукційний нагрівач;
- 7 – сопло; 8 – стрічка; 9 – пристрій знімання стрічки; 10 – приводний барабан з контролем обертів

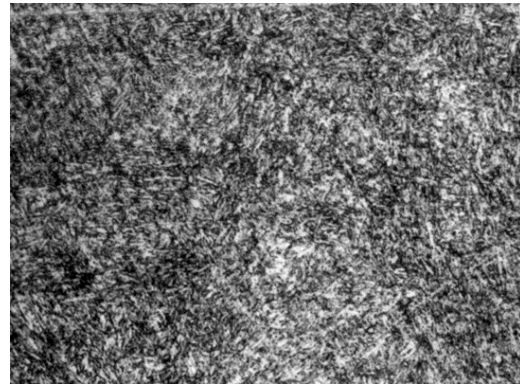


Рисунок 2 – Мікроструктура сталі 4X5МФ1С після загартування від 1070°C (троостит відпуску), *500 [4]:
1 відпуск – 550-570°C; 2 відпуск – 530-550°C

їх окрихчування шляхом відпалу, розмелювання, поділ порошку на фракції, полум'яне, детонаційне або плазмове нанесення покриття на поверхню інструменту. [9]

Для отримання аморфної стрічки розплав з тигля 8 (рисунок 3) під тиском через сопло заданої геометрії подається на зовнішню поверхню обертового з необхідною швидкістю барабана-холодильника 4, що забезпечує високу швидкість охолодження розплаву ($10^5 \div 10^7$ К/с) і перешкоджає кристалізації сплавів. [10]

Більшість композицій можна виготовляти у вигляді стрічок або волокон і розмелюванням отримувати аморфний порошок. Для підвищення ефективності процесу розмелювання стрічку і волокно піддають структурній релаксації шляхом низькотемпературного відпалу без порушення аморфного стану, що забезпечує дисперсність частинок 30-50 мкм. Відпал при більш високих температурах з кристалізацією дозволяє отримувати

ультрадисперсне зерно (менше $1 \div 3$ мкм) в стрічках, а при їх подальшому розмелюванні порошок необхідної фракції.[11]

Плазмове напилення покриттів дозволяє здійснювати процес без нагрівання поверхні, що виключає термічні напруги, деформацію і розміщення інструменту, що обробляється.

В газоплазменій промисловій установці (рисунок 4) напилюваний порошок, що транспортується газом 2, подається перпендикулярно в плазмовий потік 3 і далі через сопло на поверхню інструменту, що обробляється. Нагріті стінки насадки 4 з конічною порожниною, яке захищає напилювані частки від кисню, що міститься в навколишньому середовищі, підвищують швидкість нагрівання частинок, що напилюються. Компенсатор 5 на торці сопла усуває тепловий вплив плазмового потоку на покриття 6 і інструмент.[12]

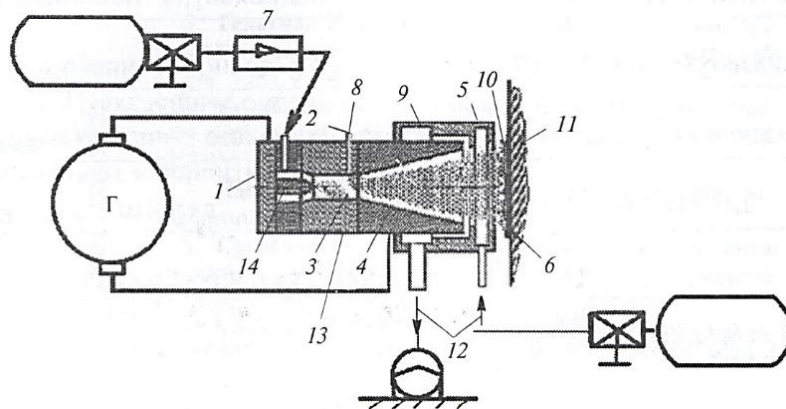


Рисунок 4 – Схема газоплазменого покриття робочої поверхні інструменту преса:

1 – плазмотрон з іонізуючим газом; 2 – аморфний порошок; 3 – плазмовий потік; 4 – спеціальна насадка; 5 – компенсатор теплового впливу плазми; 6 – готове покриття на робочій поверхні технологічного інструменту; 7 – іонізуючий газ; 8 – порошок; 9 – сопло; 10 – напилюваний шар; 11 – інструмент; 12 – захисний газ; 13 – анод; 14 – катод

Особливо важливо, що газоплазмовим напиленням можна наносити покриття з порошків практично будь-якого складу на певні поверхні. Найбільш ефективні покриття на основі порошків з самофлюсуючих сплавів: Ni – Cr – Si – B – C, Ni – Cr – Si – B і Fe – Cr – Si – B . Ці порошки (особливо на основі заліза) відрізняються високою зносостійкістю і твердістю. Склад порошку представлений в табл. 1.

В технологічний процес зміцнення матричних кілець для пресування нержавіючих труб входять наступні операції:

- виплавка вихідної заготовки аморфного сплаву потрібного складу;
- отримання з заготовки аморфної стрічки;
- низькотемпературний відпал стрічки (200-300 °С);
- розмол відпаленої стрічки на стандартних мельницях;
- стандартне розділення отриманого порошку на фракції;
- безпосереднє нанесення покриття з використанням плазми.

Таблиця 1 - Хімічний склад (вагова доля, %) порошку ПР-НХ2СР на основі Ni и Fe

Ni	Cr	Si	B	C	Fe	Mo	Co	P
9,49	2,1	1,14	1,09	1,46	Ост.	7,75	7,15	5,63

Порівняння ефективності обох способів отримання самофлюсуючих порошків (отримання порошку шляхом розпилення розплаву і шляхом розмолу аморфної стрічки) , показало перспективність запропонованого технічного рішення.

По-перше, швидкості охолодження при розпилюванні розплаву не перевищують $10^3 - 10^4$ К / с, а при отриманні стрічок або волокон - до $\sim 10^6 - 10^7$ К / с. Таке збільшення швидкості охолодження при загартуванні розплаву на кілька порядків скорочує час перебування розплаву в високотемпературній області плазми, тим самим практично виключаючи окислення поверхні стрічки.[13]

По-друге, розміри частинок порошку, одержаного розпиленням, складають 20 - 300 мкм , що збігається з товщиною аморфних стрічок . Крім того, такий розкид по розмірам порошинок тягне за собою різні швидкості охолодження, і, як наслідок, неоднорідну структуру, тобто різні властивості. 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 окислів буде дуже мала.[14]

Крім того, однорідність аморфної стрічки по довжині ($\pm 1-2$ мкм) забезпечує однакову швидкість охолодження всього об'єму розлитого металу, однаковий структурний стан (аморфний) після розмелювання і однорідність нанопокриття, що наноситься потім на робочу поверхню інструменту.[15]

Випробування матричних кілець проведено на «ТОВ ВО Оскар» (м.Дніпро) на трубопрофільному пресі зусиллям 16 Мн. Кільця у кількості трьох штук зі сталі 5Х3В3МФС (ДИ-23) діаметром 71,5 мм виготовлені на ТОВ «Метінсервіс Груп» (м. Нікополь) і піддані зміцнюючій термічній обробці (ступеневе загартування з $1080 - 1100^\circ\text{C}$ та двократному відпуску при $560 - 580^\circ\text{C}$ (1 відпуск), $550 - 560^\circ\text{C}$ (2 відпуск). Аморфна стрічка заданого хімічного складу була отримана в Інституті фізики металів АН України. Відпал і розмол стрічки були виконані на кафедрі електрометалургії сталі і феросплавів НМетАУ, плазмове нанесення порошку товщиною 150-250 мкм на робочі поверхні кілець і зразків даної марки сталі виконано на установці «УПУ-3Д» лабораторії плазмових технологій кафедри матеріалознавства і обробки матеріалів Придніпровської державної Академії будівництва і архітектури м. Дніпра.

Технологія плазмового напилення включає наступні операції: підготовку порошків, попередню підготовку поверхні кілець під напилення, напилення вибраного матеріалу. Для плазмового напилення на поверхню

кілець використовували порошок фракцією 50 – 150 мкм. Для проведення розсіювання порошків на фракції застосовували сітки металеві, тканні з квадратними комірками нормальної точності по ГОСТ 6613-86.

Покриття наносили на універсальній плазмовій установці «УПУ-3Д», призначеній для нанесення зносостійких, фрикційних, ізоляційних і інших спеціальних покриттів на поверхні деталей методом плазмового напилення порошкових матеріалів.

Перед застосуванням проводили сушку порошку в сушильній шафі при температурі 150-200°C протягом 2 – 3 годин. Порошок сушили на протвнях з нержавіючої сталі, періодично перемішуючи. Товщина шару засипки була не більше 20 мм. Просушування дозволяє видалити з порошку вологу яка є джерелом дифузійного водню, який викликає підвищену пористість покриття і появу тріщин в покритті.

Попередня підготовка поверхні кілець полягала в активізації поверхні і наданні їй необхідної шорсткості методом пневмо-абразивної обробки електрокорундом марки F-16 при тиску 0,5 МПа. Вона обов'язкова і проводиться з ціллю забезпечення необхідної адгезійної міцності.

Після пневмо-абразивної обробки кільця обдували сухим стислим повітрям для видалення часток абразиву з поверхні. Оброблювана поверхня має бути матовою, сірого кольору, без блискучих ділянок.

Перерва між пневмо-абразивною обробкою і нанесенням покриттів не повинна перевищувати 2 – 4 год.

Покриття наносили на універсальній плазмовій установці «УПУ-3Д» призначеній для нанесення зносостійких, фрикційних, ізоляційних і інших спеціальних покриттів на поверхні деталей методом плазмового напилення порошкових матеріалів.[16]

Технічні характеристики установки для плазмового напилення «УПУ-3Д»:

- витрата плазмоутворюючого газу: аргону – 25...30 л/хв., азоту – 5...10 л/хв.;
- максимальна сила струму (на азоті) – 400 А;
- напруга холостого ходу – 160 В;
- фракція порошку, що напилюється –40...315 мкм;
- виробничість напилення – до 2-х кг/год.;
- ресурс роботи сопла на технічному азоті – до 140 год.;
- витрата води на охолодження плазмотрона – до 7 л/хв.;
- тиск води на вході у плазмотрон – не менше 0,2 МПа;
- температура води на виході з плазмотрону – не більше 50°C;
- ПВ установки – 60%;
- рівень шуму при роботі на азоті – 80 дБ.

При напиленні використовували плазмотрон ПП-25 призначений для нанесення покриттів на поверхні деталей методом плазмового напилення дрібнодисперсних порошкових матеріалів для надання цим поверхням корозійностійких, зносостійких, фрикційних та інших спеціальних властивостей.[17,18]

Таблиця 2 - Режими плазмового напилення покриття з порошку на основі заліза, кремнію і бору

Параметри	Значення
Сила струму, А	350
Напруга, В	60
Витрати плазмоутворюючих газів, л/хв.:	
-аргону	15
-азоту	7
Температура води на виході з плазмотрону, °С	не більше 40
Температура поверхні, що напилюється, °С	не більше 150
Тиск води, кгс/см ²	4...5
Витрати води, л/хв.	8
Витрата транспортуючого азоту, л/хв.	1
Робочий тиск газів, кгс/см ² :	
- аргону	4
- азоту	4
Дистанція напилення, мм	120 ... 130



Рисунок 5 - Плазмотрон ПП-25



Рисунок 6 - Установа «УПУ-3Д» з плазмотроном ПП-25 і порошковим дозатором, зліва камера для напилення з вертикальним обертачем

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 (рисунок 7).

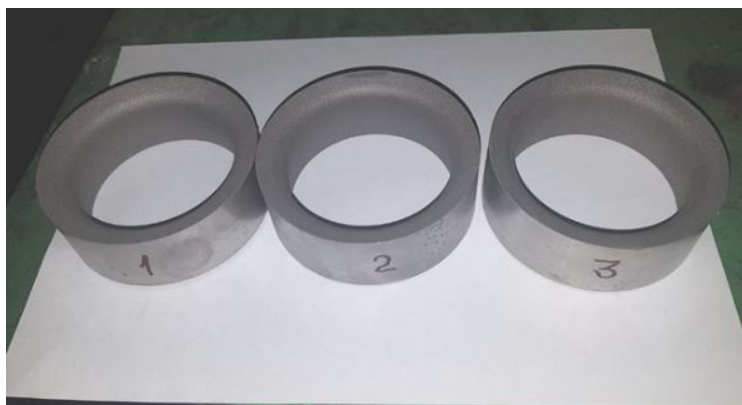


Рисунок 7 – Матричні кільця після нанесення нанопокриття

Отримані результати наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Режими термічної обробки дослідних зразків

Режим обробки	Температура відпуску, °С		Твердість, HV _{0,1}
	I	II	
1 – загартування + відпуск	560 - 580	550 - 560	587 - 590
2- 5ХЗВЗМФС (ДИ-23) загартування+відпуск+покриття	560-580	550-560	980,1125,1145

Результати випробувань: якщо стійкість матричних кілець після звичайного термозміцнення складає 4 – 6 пресовок, то кільця, додатково піддані газоплазменному нанесенню покриттів з аморфного сплаву на основі заліза, кремнію і бору показали стійкість 9 – 10 пресовок внаслідок більш високої твердості, теплостійкості, зносостійкості. (збільшення твердості в 1,6-2,2 рази).

Висновки

1. Застосування даної технології термозміцнення трубопресового інструменту з інструментальної сталі (матричних кілець) (загартування з двократним відпуском і послідуєчим нанесенням нанопокриттів аморфних сплавів на основі заліза, кремнію і бору) замість поширеної технології (загартування та трикратний відпуск), дозволяє значно підвищити твердість поверхневого шару і тим самим збільшити стійкість трубопресового інструменту на 25-30% та знизити витрати по переробці виготовлення труб, а також покращити якість внутрішньої поверхні труб (відсутність плівок, порізів та інших дефектів нержавіючих труб).

2. Нанесення порошків аморфних сплавів на основі заліза і кремнію товщиною більше 100-150 мкм на матричні кільця з сталі 4Х5МФ1С, дозволяє замінити дорогу сталь 5ХЗВЗМФС (ДИ-23) на більш дешеву безвольфрамову сталь 4Х5МФ1С, що значно знижує вартість виготовлення інструменту.

3. Плазмене напилення покриттів дозволяє здійснити процес без нагріву інструменту, що виключає термічні напруги і деформацію матричних кілець.

Посилання

1. Каргин В.Р., Каргин Б.В. Теория и технология прессования, прокатки и волочения / В.Р.Каргин. – Самара: СГАУ, 2014. – 72 с.
2. Куцова В.З., Леговані сталі та сплави з особливими властивостями: Підручник / В.З. Куцова. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2008. – 250 с.
3. Шерба В.Н., Райтбарг Л.Х., Технология прессования металлов / В.Н. Шерба. – М.: Металлургия, 1995. – 153 с.
4. Мохорт А.В., Термічна обробка металів: Навч.посібник / А.В.Мохорт. – К.: Либідь, 2002. – 512 с.
5. Таран Ю.М., Калінушкін Є.П., Куцова В.З. та ін., Металознавство і термічна обробка металів і сплавів із застосуванням комп'ютерних технологій навчання, ч. 2: Підручник / Ю.М. Таран. – К.: Дніпрокнига, 2002. – 360 с.
6. Лезинская Е.Я., Бильдин К.М. и др., Сборник лекций по технологии производства нержавеющей труб / Е.Я. Лезинская. – Нікополь: Сентравис, 2019.
7. Большаков В.И., Оборудование термических цехов, технологии термической и комбинированной обработки металлопродукции / В.И. Большаков. – Днепропетровск: РИА Днепр- Vah, 2010. – 619 с.
8. Большаков В.И., Долженков И.Е., Оборудование термических цехов, технологии термической обработки металлопродукции / В.И. Большаков. –Днепропетровск, 2010.
9. Позняк Л.А. Штамповые стали / Л.А.Позняк, Ю.М.Скрыченко, С.И.Тишаев. – М.: Металлургия, 1980. - 224 с.
10. Сребрянский Г.А. Основные принципы совершенствования технологии производства аморфной ленты / Г.А. Сребрянский, Ю.Н. Стародубцев // Сталь.- 1991. - № 9.- С. 73–78.
11. Сребрянский Г.А., Стовпченко А.П. Новый подход к получению порошковых материалов/Materialy V Miedzynarodowa Sasja Naukowa “Nowe Technologie i osiagniecia w metalurgii inzynierii materialowej”, (Польша), Politechnica Czestochowska, Wydawnictwo Wipmifs, 2004. P. 618 – 621.
12. Рахманов С.Р. Некоторые перспективы повышения износостойкости трубопрессового инструмента / С.Р.Рахманов, Г.А.Сребрянский. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2011. - №4 (269). - С.97-100.
13. Митин Б.С. Порошковая металлургия и напыленные покрытия / Б.С. Митин. – М. : Металлургия, 1987. - 792 с.
14. Панин В.Е. Наноструктурирование поверхностных слоев, нанесение наноструктурных покрытий – эффективный способ упрочнения современных конструкционных и инструментальных материалов / В.Е.Панин, В.П.Сергеев, А.В.Панин // Физика металлов и металловедение. – 2007.-т.104, №6. - С.650-660.
15. Кудинов В.В. Нанесение покрытий плазмой / В.В.Кудинов, П.Ю.Пекшев, В.Е.Белашенко, О.П.Солоненко. – М.: Наука, 1990. - 408 с.
16. Тимофеев В.Н. Формирование покрытий с аморфной структурой при плазменном напылении / В.Н.Тимофеев, В.И.Калита, Д.И.Комлев // ФХОМ. – 1996. - №4. - С. 47-49.
17. Калита В.И. Формирование микроструктуры при плазменном напылении покрытий с аморфной структурой / В.И.Калита, Д.И. Комлев, Н.В. Корольков, Г.М.Лейтус // ФХОМ. – 1996. - №3. - С. 62-70.
18. Либенсон Г.А. Основы порошковой металлургии / Г.А. Либенсон.– М.: Металлургия, 1975. –200 с.

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА ГРУЗА МОСТОВОГО КРАНА

Студент В.И. Курдун

Руководитель – ст. препод. В.Н. Василенко

Національна металургічна академія України (НМетАУ)

Інститут інтегрованих форм освіти

г. Днепр

Механизмы подъема груза работают в условиях повторно-кратковременного режима работы. Это частые пуски, торможения, реверсы, паузы. За время работы электродвигатель не успевает разогреться до установившейся температуры, а за время паузы (остановки) не успевает остыть до температуры окружающей среды. Интенсивность работы характеризуется коэффициентом включения (КВ),

$$КВ \approx \frac{t_p}{T} \cdot 100\%,$$

где t_p – время работы механизма, T – время цикла (время от захвата одного груза до захвата следующего).

Типичная схема механизма подъема груза включает электродвигатель, тормоз, редуктор, муфту, барабан, стальной канат, крюковую подвеску с грузом. Расчет механизма состоит в выборе составляющих элементов с учетом динамических нагрузок.

Установившееся движение в работе механизма подъема груза наступает когда скорость подъема достигает заданного значения. В каждом рабочем движении крана можно наблюдать три периода: период пуска (разгон), установившееся движение, период остановки (торможение). В период пуска необходима добавочная затрата работы на преодоление инерции покоя масс механизмов крана и груза (работа ускорения); в период остановки добавочную работу движущихся масс (инерция движения) поглощает тормоз. Следовательно, нагрузка на двигатель крана в период разгона будет выше, чем в период установившегося движения. Точно так же и расчет тормоза следует осуществлять с учетом влияния сил инерции.

Из технической механики известно, что если тело с моментом инерции J вращается с угловым ускорением ϵ , то динамический момент, вызывающий изменение скорости вращающихся масс, равен $M_{дин} = J \cdot \epsilon$.

Согласно принципу Даламбера, вращающийся момент двигателя в период пуска $M = M_c + M_{дин} = M_c + J \cdot \epsilon$,
где M_c – момент статического сопротивления, приведенный к валу двигателя.

Если m и G – масса и вес вращающегося тела, а ρ и D – радиус и диаметр его инерции, то

$$J = m \rho^2 = \frac{G}{g} \cdot \frac{D^2}{4},$$

Где $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести.

Произведение $G D^2$ носит название махового момента. При этом

$$M_{\text{дин}} = \frac{GD^2}{4g} \varepsilon = \frac{GD^2}{4g} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial t}.$$

Данная формула пригодна для расчета вращающейся системы. Обычно каждый механизм крана представляет собой сложную систему, в которую входят звенья, как вращающиеся (с различными угловыми скоростями), так и движущиеся поступательно. Поэтому для применения вышеприведенной формулы к этой системе заменяют действительную систему эквивалентной, которая вращается с одной какой-либо угловой скоростью и оказывает тот же динамический эффект. Для этого приводят кинетическую энергию всех движущихся масс к одному звену, обычно к валу двигателя, исходя из условия постоянства живой силы, т. е. равенства живых сил или кинетических энергий эквивалентной и действительной системы:

$$\frac{J_{\text{пр.эр.}} \omega^2}{2} = \frac{J \omega^2}{2} + \frac{J_1 \omega_1^2}{2} + \frac{J_2 \omega_2^2}{2} + \dots + \frac{J_n \omega_n^2}{2}$$

Выражая моменты инерции через маховые моменты, получим

$$GD_{\text{пр.эр.}}^2 = GD^2 + G_1 D_1^2 \left(\frac{n_1}{n}\right)^2 + G_2 D_2^2 \left(\frac{n_2}{n}\right)^2 + \dots + G_n D_n^2 \left(\frac{n_n}{n}\right)^2,$$

По мере удаления звена от вала двигателя больше уменьшается влияния звена на величину приведенного махового момента. Наибольшая доля влияния на величину приведенного махового момента принадлежит деталям на валу двигателя. С целью упрощения вычисления влияние вращающихся маховых масс механизма учитывают некоторым увеличением махового момента от влияния деталей на валу двигателя, полагая, что

$$GD_{\text{пр.эр.}}^2 = \delta GD^2,$$

где $\delta = 1,1 \div 1,25$ – коэффициент, учитывающий влияние масс передаточного механизма; GD^2 – маховый момент якоря двигателя и муфты.

Аналогично, приводятся поступательно движущиеся массы к валу двигателя.

При наличии поступательно движущихся и вращающихся звеньев полный маховый момент эквивалентной системы

$$GD_{\text{пр.}}^2 = GD_{\text{пр.эр.}}^2 + GD_{\text{пр.пост.}}^2.$$

Отсюда полный динамический на разгон (или торможение) всей системы, имеющий вращательно и поступательно движущие массы и приведенный к валу двигателя, будут

$$M_{\text{дин}} = \frac{GD_{\text{пр.}}^2}{4g} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial t} = \frac{GD_{\text{пр.}}^2}{375} \cdot \frac{\partial n}{\partial t}.$$

С достаточной степенью точности динамический момент можно считать неизменным в процессах пуска и торможения системы.

$$\text{Тогда получим } M_{\text{дин}} = \frac{GD_{\text{пр.}}^2}{375} \cdot \frac{n}{t}.$$

Подставляя в это уравнение значения $GD_{\text{пр.эр.}}^2$ и $GD_{\text{пр.пост.}}^2$, получим общий динамический момент при пуске и торможении:

$$M_{\text{дин}} = \frac{\delta GD_n^2}{375t} + \frac{0.975Qv_{\text{uh}}^2}{nt},$$

где при пуске время $t = t_p$, а при торможении $t = t_T$.

Из полученной формулы можно определить время пуска(разгона) и торможения механизма подъема груза и сравнить с допускаемыми значениями

Выводы

Рекомендуемый порядок расчета механизма подъема груза:

1. Выбор электродвигателя по подсчитанной статической мощности.
2. Выбор редуктора по передаточному числу с учетом мощности электродвигателя.
3. Выбор тормоза по тормозному моменту.
4. Проверка выбранного электродвигателя по времени пуска и на нагрев.

Ссылки

1. Сапко А.И. Механическое и подъёмно-транспортное оборудование электрометаллургических цехов. М.: Металлургия, 1978. -256 с.
2. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов.- Х.: изд-во «Форт», 2007. -256 с.
3. Иванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини: Підручник. -К.: Вища шк.,1993. -413 с.

ЩОДО НАГРІВАННЯ СТАЛЕВИХ ЗАГОТОВОК У ПОЛУМЕНЕВИХ ПЕЧАХ КАМЕРНОГО ТИПУ

Магістрант А.О. Лебедєв

Керівники – ст. наук. співробітник В.І. Іванов

доц., канд. техн. наук Ю.М. Каюков

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

На деяких металургійних підприємствах України сталеві заготовки перед куванням піддають нагріванню у камерних полумєневих печах. Система опалювання печей складається з восьми пальників, встановлених на одній бічній стінці камери у два ряди за її висотою, які створюють верхню та нижню зони опалювання. Наявність верхньої та нижньої зон опалювання печі забезпечує двостороннє підведення теплоти до заготовок, розташованих на подових підставках. Продукти горіння видаляють через канали рівномірно розташовані уздовж бічних стін камери.

Досліджували вплив параметрів факела на головні характеристики теплообміну в зазначеній печі, а також різних систем опалювання печі на рівномірність нагрівання металу та засвоєння ним теплоти.

Розроблено математичну модель, що заснована на розв'язанні пов'язаної задачі зовнішнього та внутрішнього теплообміну за дискретним часом. Під час вирішення задачі зовнішнього теплообміну з використанням

зонального методу [1] приймали наступні припущення: заготовки прямокутного перерізу, що укладають в один шар без проміжків, подають у вигляді пластини; наявність верхньої та нижньої зон опалювання забезпечує симетричне за товщиною заготовок нагрівання металу; тіла, що беруть участь у променистому теплообміні є сірими, а випромінювання й віддзеркалення променистої енергії поверхнями металу та кладки – дифузним.

Зональну модель зовнішнього теплообміну в робочому об'ємі зазначеної печі подавали замкнутою системою, створеною твердими непрозорими тілами, розділеними поглинально-випромінювальним середовищем. Систему поділяли на п'ять об'ємних зон факела та продуктів горіння, п'ять плоских поверхневих зон металу, а також сімнадцять плоских поверхневих зон кладки.

Довжину факела обчислювали з використанням співвідношень [2], що мають вигляд:

$$\ell_n \approx 0,7 \ell_\phi, \quad (1)$$

де ℓ_n – довжина підсисання (відстань від пальника до перерізу на осі факела, де всю кількість повітря, яка є теоретично необхідною для згорання палива, подають до зони горіння та ступінь його вигорання складає 0,85); ℓ_ϕ – довжина факела (відстань від виходу з пальника до перерізу на його осі, де значення середнього хімічного недопалу палива становить 2,0 %).

Взаємодія суміжних підсистем здійснюється через відповідні умовні поверхні, які мають значення температури, за яких щільність потоків результуючого випромінювання на межах підсистеми зберігає своє дійсне значення. Визначення значень зазначеної температури виконують шляхом обчислення радіаційного теплообміну в окремих підсистемах та узгодження їх значень на межах суміжних підсистем щодо залежності

$$q_{j,i} = -q_{i,j} = \sigma_0 \cdot [\theta_{j,i}^4 - \theta_{i,j}^4], \quad (2)$$

де q_{ij} – щільність потоку результуючого випромінювання, яка проходить через умовну поверхню, що відділяє j -ту об'ємну зону від суміжної i -ої об'ємної зони; θ_{ij} , θ_{ji} – температури умовних поверхонь, що відділяють i -ту об'ємну зону від суміжної j -ої об'ємної зони та j -ту об'ємну зону від суміжної i -ої об'ємної зони відповідно; σ_0 – постійна Стефана-Больцмана.

Обчислення радіаційного теплообміну в межах окремої підсистеми виконували з використанням резольвентного зонального методу. Записували систему рівнянь, що містить:

– зональні рівняння для поверхневих зон

$$Q_i = \sum_{k=1}^n \alpha_{k,i} \cdot \theta_k^4, \quad i = 1, \dots, n-1, \quad (3)$$

– зональне рівняння для об'ємної зони

$$\sum_{k=1}^n \alpha_{k,i} \cdot \theta_k^4 + \alpha_i \cdot \theta_i + g_i^0 + Q_i^v = 0, \quad i = n; \quad (4)$$

де Q_i – результуючий тепловий потік; $\alpha_{k,i}$ – коефіцієнт радіаційного

теплообміну; θ_k – температура k -ої зони; α_i – коефіцієнт конвективного теплообміну для об’ємної зони i -ої підсистеми; g_i^0 – сума складових, що не залежить від температури об’ємної зони; Q_i^v – виділення теплоти в об’ємній зоні.

За відомих значень температури поверхневих зон, а також виділення теплоти в об’ємних зонах печі розв’язання системи зональних рівнянь (3) разом з рівнянням (2) дає змогу визначати на кожному часовому кроці значення температури об’ємних зон і результуючих теплових потоків для поверхневих зон.

Поверхневі зони моделі є межами, що відділяють об’ємні газові зони від об’ємних зон металу та кладки. Припущення про постійність величин, які характеризують теплообмін у межах кожної поверхневої зони, дає змогу описувати нагрівання об’ємних зон металу та кладки, поданих у вигляді нескінченних одно- та двошарових пластин, одновимірним диференціальним рівнянням нестационарної теплопровідності у декартових координатах. Вирішення задачі внутрішнього теплообміну виконували методом кінцевих різниць.

Оцінювання результатів чисельного дослідження теплообміну дало змогу встановити, що досягнення високої рівномірності нагрівання металу можна забезпечити під час спалювання палива у факелах, довжина яких не перевищує розміри робочої камери печі.

Для кількісної характеристики впливу факела на умови теплообміну у печі використовували критерій нерівномірності розподілу теплових потоків $K_q = q_{\max}/q_{\text{сер}}$, де q_{\max} , $q_{\text{сер}}$ – відповідно максимальна та середня на поверхні заготовок щільність результуючого теплового потоку для факела певної довжини. Якість нагрівання металу оцінювали критеріями $\sigma_1\Delta\theta$ і $\sigma_2\Delta\theta$, де $\sigma_1\Delta\theta$, $\sigma_2\Delta\theta$ – середньоквадратичні відхилення від середнього значення різниць температури між показанням пічного термодавача та температурами поверхні металу θ_n у зонах, а також зональних перепадів температури між поверхнею θ_n і центром θ_u заготовок відповідно. Результати обчислень подано у табл. 1.

Таблиця 1 – Якісні показники роботи нагрівальної печі за спалюванням палива у факелі різної довжини

Параметри	Відносна довжина шляху підсисання факела L_n							
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
K_q	1,25	1,24	1,20	1,18	1,13	1,06	1,12	1,14
$\sigma_1\Delta T$	44,50	39,60	32,00	22,50	18,80	22,20	29,40	34,60
$\sigma_2\Delta T$	12,40	11,20	9,40	7,20	6,70	10,00	14,60	18,50

Встановлено, що залежність змінювання критеріїв K_q , $\sigma_1\Delta\theta$ і $\sigma_2\Delta\theta$, які характеризують нерівномірність нагрівання металу від довжини факела, має екстремальний характер. Так, для дослідженого інтервалу значень параметра

L_n найбільш нерівномірне нагрівання металу зафіксовано для факела мінімальної довжини під час збільшення його довжини значення зазначених критеріїв монотонно зменшуються та сягають мінімального значення за $L_n = 0,5 \dots 0,6$.

Одним з напрямів підвищення якості нагрівання металу в печак камерного типу є імпульсне подавання палива у період витримки [4]. Імпульсний режим опалювання передбачає постійне подавання палива для періоду підвищення температури у печі та його імпульсне подавання для періоду витримки, тобто у зазначений період його подавання до печі виконують за зниженням температури до мінімально припустимого рівня та припиняють у разі її підвищення до максимально припустимого значення. Тривалість подавання палива під час одного імпульсу за імпульсним режимом опалювання визначається автоматично.

Для вибраної довжини факела природного газу виконано порівняльне оцінювання якісних показників нагрівання металу в період витримки тривалістю три години за типовим та імпульсним режимами (безперервне та циклічне подавання палива). Якість нагрівання металу для зон печі оцінювали за перепадом температури на поверхні металу $\Delta\theta_n$, а також перепадів температури щодо перерізу сталевієї заготовки $\Delta\theta_{\text{ц}}$ (між температурами поверхні θ_n та теплового центру ($\theta_{\text{ц}}$)). Результати обчислень температури у зонах печі на момент завершення нагрівання заготовок за типовим (чисельник) та імпульсним (знаменник) режимами нагрівання наведено у табл. 2. Температури нагрівального середовища $\theta_{\text{не}}$, поверхні θ_n та теплового центру сталевих заготовок $\theta_{\text{ц}}$, що нагрівають, відповідають номерам їх об'ємних зон.

Таблиця 2 – Розподіл температури на момент завершення витримки металу за зонами печі

Параметр	Значення параметра в об'ємній зоні				
	1	2	3	4	5
$\theta_{\text{не}}, ^\circ\text{C}$	1155/1180	1230/1200	1180/1200	1165/1190	1175/1200
$\theta_n, ^\circ\text{C}$	1140/1150	1145/1150	1140/1155	1135/1155	1140/1150
$\theta_{\text{ц}}, ^\circ\text{C}$	1120/1140	1125/1140	1120/1140	1115/1145	1120/1145
$\Delta\theta_n, ^\circ\text{C}$	25,7/14,80	27,6/18,6	28,5/17,9	24,9/15,2	20,4/14,3
$\Delta\theta_{\text{ц}}, ^\circ\text{C}$	10,32/9,69	5,44/4,54	4,46/4,28	6,91/6,82	10,84/9,06

Як свідчать результати досліджень, наявність пульсуючого факела сприяє зниженню до мінімуму нерівномірного розподілу температури на поверхні заготовок, а отже, поліпшенню рівномірного розподілу теплових потоків на поверхні заготовок.

Застосування імпульсного режиму опалювання печей дає змогу підвищити температуру в останній за ходом факела об'ємній нагрівальній зоні порівняно з типовим режимом опалювання, що супроводжується зростанням теплового вмісту металу в цій зоні.

Висновки. Розроблено математичну модель нагрівання сталевих заготовок у полуменевих печах камерного типу. Здійснено чисельні дослідження теплообміну в їх робочому об'ємі. Порівняльне оцінювання нагрівання металу з використанням типового та імпульсного режимів опалювання печей свідчить про переваги імпульсного режиму.

Посилання

1. Арутюнов В. И., Бухмиров В. В., Крупенников С. А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей. Москва : Metallurgiya, 1990. 239 с.
2. Лисиенко В. Г., Лобанов В. И., Китаев Б. И. Теплофизика металлургических процессов. Москва : Metallurgiya, 1982. 239 с.
3. Ревун М. П., Чепрасов А. И., Каюков Ю. Н. Импульсное отопление нагревательных колодцев. *Черная металлургия*. 1987. Вып. 8 (1036). С. 58-59.

ЗМЕРЗАННЯ ТА ПРИМЕРЗАННЯ ВУГІЛЛЯ У ПРОЦЕСІ ЙОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ

Студент А.В. Мушик

Керівник – доц., канд. хім. наук М.В. Кормер

Навчально-науковий технологічний інститут

Державного університету економіки і технологій, м. Кривий Ріг

Видобуток, складування та транспортування вугілля потребують вирішення таких технічних задач, як профілактика змерзання вугілля при його перевезенні та перевантаженні. Основним засобом запобігання змерзання та примерзання вугільної маси до стінок вагонів вважається використання профілактичних засобів.

Профілактичні засоби повинні бути доступними, здатними утворювати захисні покриття, не втрачати свої властивості при транспортуванні, зберіганні, у процесі використання при температурах від плюс 40 °С до мінус 40 °С. Профілактичні засоби повинні бути безпечними для персоналу, бути дешевими, доступним, пожежо- та вибухобезпечним, не визивати корозію обладнання.

У світовій практиці у якості профілактичних засобів використовуються рідкі вуглеводневі суміші, такі як одно- та багатоатомні (полігліколи) спиртів, які є продуктами (відходами) виробництв основного органічного та нафтохімічного синтезу. Наприклад, кубові залишки ректифікації спиртів та спиртовмісних композицій – Северин, Ніогрін. Крім профілактичних засобів органічного походження гарні результати показали неорганічні солі металів, які активують воду при низьких температурах проти змерзання. Вважається, що чиста вода у порах менш 0,1 мікрон починає замерзати при мінус 10 °С і тільки при мінус 40 °С перетворюється на лід. Розчини електролітів у порах

навіть при мінус 40 °С не замерзають. Всередині міцел вода також залишається рідкою при мінус 40 °С [1].

Волога вугілля не може бути повністю переведена до складу водного антифризу, так як цей процес потребує велику кількість реагентів, таких як гліколі, солі та ін. Частина води перетворюється у лід. Профілактичні засоби повинні послаблювати міцність льоду.

Змерзання частинок вугілля між собою та примерзання їх до металевої поверхні відбувається у шарі рідини – вода, розчини електролітів, неполярні органічні сполуки. Між конденсованими фазами існують сили тяжіння і відштовхування, які залежать від сили електричних зарядів та товщини шару. Кількісну оцінку сил у тонкому шарі можна отримати при аналізі тиску розпирання P , яке пропорційне капілярному тиску P . У неполярних рідин та електролітів капілярний тиск зростає при стоншенні плівки. Для електролітів він може набувати негативне значення, замість прилипання буде відштовхування [2].

Лід утворюється з води, яка витісняється у простір між частинками вугілля та стінкою вагону. Якщо це не чиста вода, а колоїдний розчин, у якому розташовані тонкодисперсні частинки, його міцність у змерзломому стані у 6 разів більш ніж міцність льоду з дистильованої води. На 80-85 % міцність такого льоду набуває максимуму при температурі 0 мінус 5 °С. Якщо вода разом із солями та гліколями утворює антифриз з температурою замерзання меншою, ніж температура навколишнього середовища, то замерзання не відбувається. Змерзання також не буде відбуватися, якщо стінки вагонів оброблені водними розчинами гліколей.

Більшість сполук: вода, спирти, гліколі, солі карбонових кислот є оксигеновмісними, здатними через атом Оксигену приймати участь в утворенні водневого зв'язку. В той же час інші компоненти антифризу: CaCl_2 , NaCl , HCl , NH_3 не містять атому Оксигену та формально водневий зв'язок у них відсутній.

В роботі [1] прийнято, що основними структурними компонентами води є циклічні пентамери $(\text{H}_2\text{O})_5$ та гексамери $(\text{H}_2\text{O})_6$, які утворені за рахунок водневого зв'язку. Водневий зв'язок також може утворюватися за рахунок переключення валентних електронів у атому Оксигену, обміну атомів Гідрогену між молекулами води з утворенням циклів або структурних ланцюгів. Можливо утворення зв'язку $[\text{H}-\text{O}-\text{H}\dots\text{H}-\text{O}-\text{H}]$ через два атому Гідрогену (довгій водневий зв'язок), якій переважає у масі льоду [3].

Висновок

Перспективними є антифризи на основі сумішей неорганічних і органічних сполук, енергія (температура) взаємодія яких має знак мінус, що свідчить про збільшення ідеальності системи і зниження температури плавлення.

Посилання

1. Кирш Ю.Э., Калниньш К.К. Особенности ассоциаций молекул воды в водно-солевых и водно-органических растворах / Ю.Э. Кирш, К.К. Калниньш // Журнал прикладной химии. – 1999.- т. 72. – вып. 8. – С. 1233 – 1246.
2. Чураев Н.В. Развитие исследований поверхностных сил/ Н.В. Чураев// Коллоидный журнал. – 2000. – т. 62. – № 5. – С. 581–589.
3. Гришаев А. А. Новый взгляд на структуру и аномальные свойства воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: /<http://www.o8ode.ru/article/learn/newstructure.htm>

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ВАРІАНТУ ПІДВИЩЕННЯ СТУПЕНЯ ВИКОРИСТАННЯ ВАПНА, ЩО ВДУВАЄТЬСЯ У МЕТАЛЕВИЙ РОЗПЛАВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОМПЛЕКСНОГО РАФІНУВАННЯ ЧАВУНУ

Магістрант О.В. Носенко

Керівники - доц., канд. техн. наук К.І. Чубін,

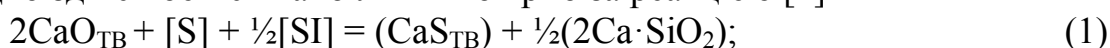
доц., канд. техн. наук О.А. Чубіна

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

Дослідження щодо застосування порошкоподібних флюсів для рафінування рідкого чавуну до низьких рівнів вмісту кремнію, сірки і фосфору проводилися в промислово розвинених країнах з кінця 70-х років минулого століття [1].

Відомо [2], що в зв'язку з необмеженою сировинною базою і відносно низькою вартістю інтерес до вапна, як до традиційного реагенту для рафінування чавуну зберігається і дослідження з метою підвищення ефективності його застосування тривають.

Рафінування чавуну в заливальних ковшах вдуванням порошкоподібного вапна здійснюється зазвичай при температурах нижче 1400⁰с, коли найбільш сильним відновником в чавуні є кремній [3]. згідно термодинамічним розрахункам в цих умовах десульфуратія чавуну оксидом кальцію здійснюється найбільш ймовірно за реакцією [4]



$$\Delta G^{\circ}_{1,1} = - 53985 + 17,84 T;$$

$$\lg K_{1,1} = \lg(1/a_{\text{S}} \cdot a_{\text{Si}}^{\frac{1}{2}}) = 11800/T - 3,90.$$

У разі температури чавуну вище 1500⁰с найбільш сильним відновником є вуглець [3] і десульфуратія розплаву протікає за реакцією



$$\Delta G^{\circ}_{1,2} = 17660 - 15,05 T;$$

$$\lg K_{1,2} = \lg(P_{\text{CO}}/a_{\text{S}} a_{\text{C}}) = -3860/T + 3,29.$$

Рівноважний вміст сірки за реакцією (1) для чавуну, що містить у середньому 4,2% С, 0,8% Si, 0,2% Mn, при температурі 1320⁰С дорівнює $[\text{S}]_{1593\text{K}} = 6,16 \cdot 10^{-4}\%$ при $\gamma_{\text{S}} = 4,96$ та $\gamma_{\text{Si}} = 0,013$ [5]. Отже, оксид кальцію має високу рафінуючу здатність по відношенню до чавуну. Однак при наявності сприятливих термодинамічних умов для протікання реакції між оксидом кальцію і розчиненою в чавуні сіркою кінетичні умови ефективного використання твердого реагенту в рідкому чавуні забезпечити важко.

Основні труднощі процесу десульфурації з вдуванням порошкоподібного вапна полягають в забезпеченні кращого і більш тривалого контакту твердих частинок вапна з компонентами розплаву. Ефективність використання CaO, яка вимірюється її відносною кількістю, перетвореним в сульфід, за різними даними знаходиться в межах 4-8% [3], 7-10% [6] і 15-28% [7]. Переважна частина порошкоподібного вапна, ймовірно, через перебування у спливаючих бульбашках газу-носія не прореагувавши надходить у шлак, який представляє собою затверділу масу, що складається з оксиду кальцію, що не прореагував, графітової спілі, корольків чавуну і доменного шлаку.

Контролюючими стадіями реакції десульфурації чавуну порошкоподібним вапном можуть бути або процес перенесення сірки в рідкому граничному шарі біля поверхні частинок CaO або дифузія сірки всередину частинок. Згідно [7] при $[\text{S}] > 0,013\%$ дифузія усередині частинок є стадією, що лімітує процесу десульфурації, в той час як при $[\text{S}] < 0,013\%$ за даних умов перемішування масоперенесення в рідкій фазі визначає швидкість процесу в цілому. Підвищення інтенсивності перемішування розплаву для зниження критичної концентрації сірки і підвищення швидкості її дифузії через рідкий приграничний шар на поверхні частинок, а також подальше подрібнення порошкоподібних матеріалів повинні справити позитивний вплив на показники процесу десульфурації і особливо в діапазоні ультранизьких концентрацій домішок [6]. Відомо [3, 5], що добавка порошкоподібного алюмінію до вапна в кількості 8-15% позитивно позначається на десульфурації чавуну, коли порошкоподібна суміш (CaO+Al) вдувається через занурювану фурму в потоці нейтрального газу-носія (N₂, Ar). Пояснюють це явище більш сильною здатністю алюмінію до розкислення в порівнянні з кремнієм і вуглецем оброблюваного чавуну. Відомо також [2] одночасне видалення кремнію, фосфору і сірки при розвитку реакції знекремнювання, яка превалює в початковий період операції в конвертерних процесах з продувкою ванни верхніми кисневими або донними киснево-паливними струменями з добавкою порошкоподібного вапна (процеси ЛД-АЦ, ОЛП, ОВМ, К-БОП) [2], так і при обробці чавуну у ковші з вдуванням через занурювану фурму в потоці нейтрального газу-носія, зазвичай азоту, порошкоподібних сумішей вапна, вапняку і плавикового шпату [8].

В силу різних термодинамічних і кінетичних умов [4, 8], що сприяють окисленню кремнію і фосфору (високий окислювальний потенціал системи, підвищена основність шлаку і низька температура ванни) і протіканню реакції десульфурації (низький окисний потенціал і висока основність шлаку і температура розплаву), за однакової основності шлаку, що формується під час вдування в чавун порошкоподібного вапна в кисневих або киснево-паливних струменях випереджальний розвиток отримують знекремнювання і дефосфорація розплаву [2, 4, 8] з підвищенням температури останнього. У той же час вдування в чавун порошкоподібної суміші на основі вапняку (70% CaCO_3 , 22% CaO , 5% C , 3% CaF_2) в струменях азоту супроводжується більш інтенсивним протіканням десульфурації чавуну в порівнянні з знекремнюванням зі значним зниженням його температури [7].

Численні дослідження [1] по десульфурації чавуну синтетичними шлаками з низькою основністю ($\text{CaO}/\text{SiO}_2=1,2-1,3$) системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$, а також розкисленими доменними шлаками з яких попередньо було видалено сірку [10] свідчать про зниження сірки в розплаві менше 0,005% при початковій концентрації 0,050% S. При цьому фактичний коефіцієнт розподілу сірки між шлаком і чавуном $L_S=(S)/[S]=50-100$, а рівноважний - становить 140-150.

З огляду на складність у проведенні глибокої десульфурації чавуну вдуванням порошкоподібного вапна, більші втрати чавуну зі шлаком (10-22 кг/т чавуну), заповнення ковша з чавуном всього на 60-80% і інші недоліки, важливо знайти варіанти усунення значною мірою негативних сторін технології десульфурації чавуну інжектуванням вапна і різних сумішей на її основі [3, 7, 9].

Виходячи з результатів описаного вище аналізу десульфурації чавуну видається цікавим проаналізувати можливість організації технологічного варіанту підвищення ступеня використання вдування вапна не тільки на десульфурацію розплаву, а й на ошлакування SiO_2 в разі організації одночасного видалення кремнію і сірки при обробці чавуну в заливальному ковші, що важливо для вироблених чавунів з підвищеним вмістом Si і S. У відповідності з нашими уявленнями в ідеальному технологічному варіанті обробки чавуну в заливальному ковші з одночасним протіканням знекремнювання і десульфурації розплаву при вдування порошкоподібного вапна потрібно забезпечити:

- знекремнювання чавуну в межах реакційної зони впливу киснево-паливними струменями, яка несе в підвищеному стані суміш порошкоподібного вапна з алюмінієм, що супроводжується виділенням тепла і інтенсивним ошлакуванням частинок CaO з формуванням спливаючих крапель шлаку близьких до системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ зі зниженим окислювальним потенціалом;

- десульфурацію чавуну у навоколо фурменній барботажній зоні за допомогою взаємодії сірки з спливаючими краплями шлаку, що володіє високою поглинальною здатністю до сульфідів;

- формування основного рідкого рухливого покривного шлаку з метою інтенсифікації процесу десульфурації та зменшення втрат чавуну у вигляді корольків при скачуванні шлаку;

- підвищення температури чавуну в ході обробки із забезпеченням більш спокійного характеру продувки в повністю заповнених чавуном заливальних ковшах.

З урахуванням вищевикладеного, стосовно умов роботи металургійної галузі України, надзвичайно актуальною є задача розробки принципово нової технології обробки чавуну в заливальному ковші з одночасним видаленням кремнію та сірки шляхом подачі через заглибні фурми паливно-кисневих і нейтральних газових струменів, несучих в підвішеному стані дешеві порошокві десульфуратори на основі вапна.

Висновки

1. На підставі аналізу відомих даних теоретичних і практичних досліджень механізму рафінування чавуну в кисневих конвертерах і ковшах сформульовані можливі принципи організації технологічного варіанту підвищення ступеня використання вапна, що вдувається в потоці окисного газу на видалення сірки з одночасним ошлакуванням продукту (SiO_2) знекремнювання чавуну.

2. З використанням термодинамічних розрахунків розглядається можливість організації одночасного протікання процесу знекремнювання і десульфурації чавуну в межах об'єднаної реакційної зони, що утворюється при вдуванні у розплав через заглибну фурму в киснево-паливних або кисневих струменях порошкоподібного десульфуратора у вигляді суміші вапна і алюмінію в барботажній реакційній зоні за допомогою взаємодії з краплями шлаку системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, що володіє високою сіркопоглинальною здатністю.

Посилання

1. Внедоменная обработка чугуна за рубежом / В.Г. Воскобойников, И.М. Перказов, В.А. Завидонский и др. // Ин-т «Черметинформация». М., 1986 (Обзор информ. Сер. Подготовка сырьевых материалов к металлургическому переделу и производство чугуна. Вып. 2. 32с).
2. Технология производства стали в современных конвертерных цехах / С.В.Колпаков, Р. В. Старов, В. В. Смоктей и др.; Под общей ред. С. В. Колпакова. -М.: Машиностроение, 1991. - 464с.
3. Воронова Н.А. Десульфурация чугуна магнием. - М.: Металлургия, 1980. -240с.
4. Охотский В.Б. Физико-химическая механика сталеплавильных процессов. -М.: Металлургия, 1993. - 150с.
5. Куликов И.С. Десульфурация чугуна. -М.: Гостехиздат, 1962. - 306с.
6. Шевченко А. Ф. Разработка и развитие теории и технологии процессов внепечной десульфурации чугуна в ковшах вдуванием диспергированных реагентов: Дис... докт. техн. наук: 05.16.02 - Днепропетровск, 1997. - 43 1с.

7. Эми Т., Йида Й. Влияние инъекционной металлургии на качество стальных изделий // Инжекционная металлургия '83: Труды конференции; М.: Металлургия, 1986.-С. 298-327.
8. Туркдоган Е.Т. Технологические усовершенствования в инъекционной металлургии и в процессах рафинирования металла в ковше в 80-х годах // Инжекционная металлургия ' 86: Труды конференции; М.: Металлургия, 1990. - С. 10-44.
9. Внепечное рафинирование чугуна и стали / И. И. Борнацкий, В. И. Мачикин, В. С. Живченко и др. - К.: Технжа, 1979. - 168 с.
10. Новая технология десульфурации чугуна с многократным использованием вторичного металлургического сырья / В.М. Журавлев, П.И. Югов, И.И. Есипенко и др.//Черная металлургия. Бюл. НТИ.-1990.- № 1. -С.52-53.

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙ АГРЕГАТИВ І ДОННИХ ДУТТЬОВИХ ПРИБОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ДНИЩ У КОМБІНОВАНИХ КОНВЕРТЕРНИХ ПРОЦЕСАХ З ДОННИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ ВАННИ

*Доцент С.П. Пантейков, здобувачка Л.П. Семеруніна,
магістрант В.В. Іванютенко, студентка О.М. Осташко
Керівник – доц., канд. техн. наук С.П. Пантейков
Дніпровський державний технічний університет,
м. Кам'янське*

У сучасному сталеплавильному виробництві завданням підвищення продуктивності, економічної ефективності, зниження енергоємності та поліпшення якості металопродукції найбільш повно відповідає киснево-конвертерний процес, який на сьогоднішній день отримав в світі значного розвитку і вважається основним способом виробництва сталі завдяки своїй гнучкості і швидкоплинності [1].

Розробка різних варіантів комбінованих конвертерних процесів, що набули значного поширення за кордоном [2-4], дозволило в цілому істотно розширити функціональні можливості класичного кисневого конвертера – агрегату з верхньою продувкою розплаву киснем.

На даний час найбільш значного поширення набули конвертерні технології комбінованої продувки ванни киснем зверху і нейтральними газами через днище, що зберегли переваги як верхньої кисневої продувки (можливість регулювання процесу шлакоутворення шляхом зміни режиму продувки, швидке формування вапняно-залізистого шлаку; допалювання деякої частини СО, який виділяється з ванни, до СО₂, що трохи збільшує прихід тепла до ванни тощо), так і продувки киснем знизу (зменшення

окислення ванни; інтенсивне перемішування ванни і прискорення процесу; зменшення кількості викидів і вигару; можливість глибокого знеуглецювання металу без надмірного його окислення; можливість продувки ванни інертним газом тощо).

При цьому стійкість днищ таких агрегатів комбінованого дуття значно знижується, що пов'язано з подачею технологічних газів на донне перемішування через дуттьові пристрої, що розташовані в днищі. Тому розробка та удосконалення конструкцій конвертерних агрегатів і донних дуттьових пристроїв, оптимізація умов їх роботи в напрямку реалізації ресурсо- та енергозберігаючих варіантів технології продувки конвертерної ванни з верхньою продувкою киснем і донним перемішуванням розплаву нейтральними газами в конвертері з метою забезпечення високої стійкості вогнетривів донних фурмених блоків і футерівки днищ кисневих конвертерів в цілому є актуальним завданням сьогодення.

З метою удосконалення технології виробництва сталі в кисневих конвертерах з комбінованою продувкою киснем і нейтральним газом та підвищення стійкості донних блоків були розроблені нові конструкції дуттьових пристроїв з кільцевим соплом для подачі дуття на донне перемішування розплаву у конвертері [5, 6], що розташовуються у днищі агрегату (рис. 1, рис. 2). Конструкції розроблених донних кільцевих фурм відрізняються між собою відсутністю (рис. 1) або наявністю (рис. 2) охолодження центрального стрижня (внутрішньої труби кільцевого сопла).

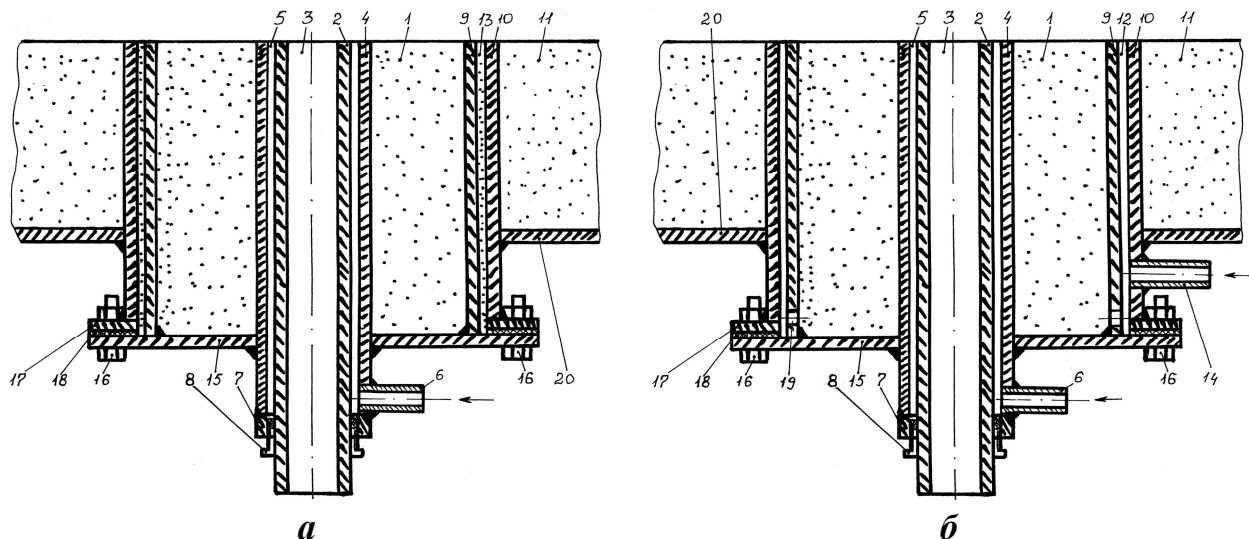


Рисунок 1 – Кільцева вогнетривка фурма [5]:

1 – вогнетривкий блок; 2 – внутрішня труба; 3 – вогнетривкий матеріал для заглушення внутрішньої труби; 4 – зовнішня труба; 5 – кільцеве сопло типу «труба в трубі» для подачі газу; 6 – патрубок для підведення газу; 7, 15, 17 – фланець; 8 – ущільнювально-закріплювальний пристрій; 9 – зовнішня труба фурми; 10 – труба, що вмонтована до футерівки; 11 – футерівка агрегату; 12 – зазор; 13 – вогнетривка маса; 14 – патрубок для підведення газу або захисного середовища; 16 – болтове з'єднання; 18 – ущільнювальна прокладка; 19 – отвори; 20 – кожух конвертера.

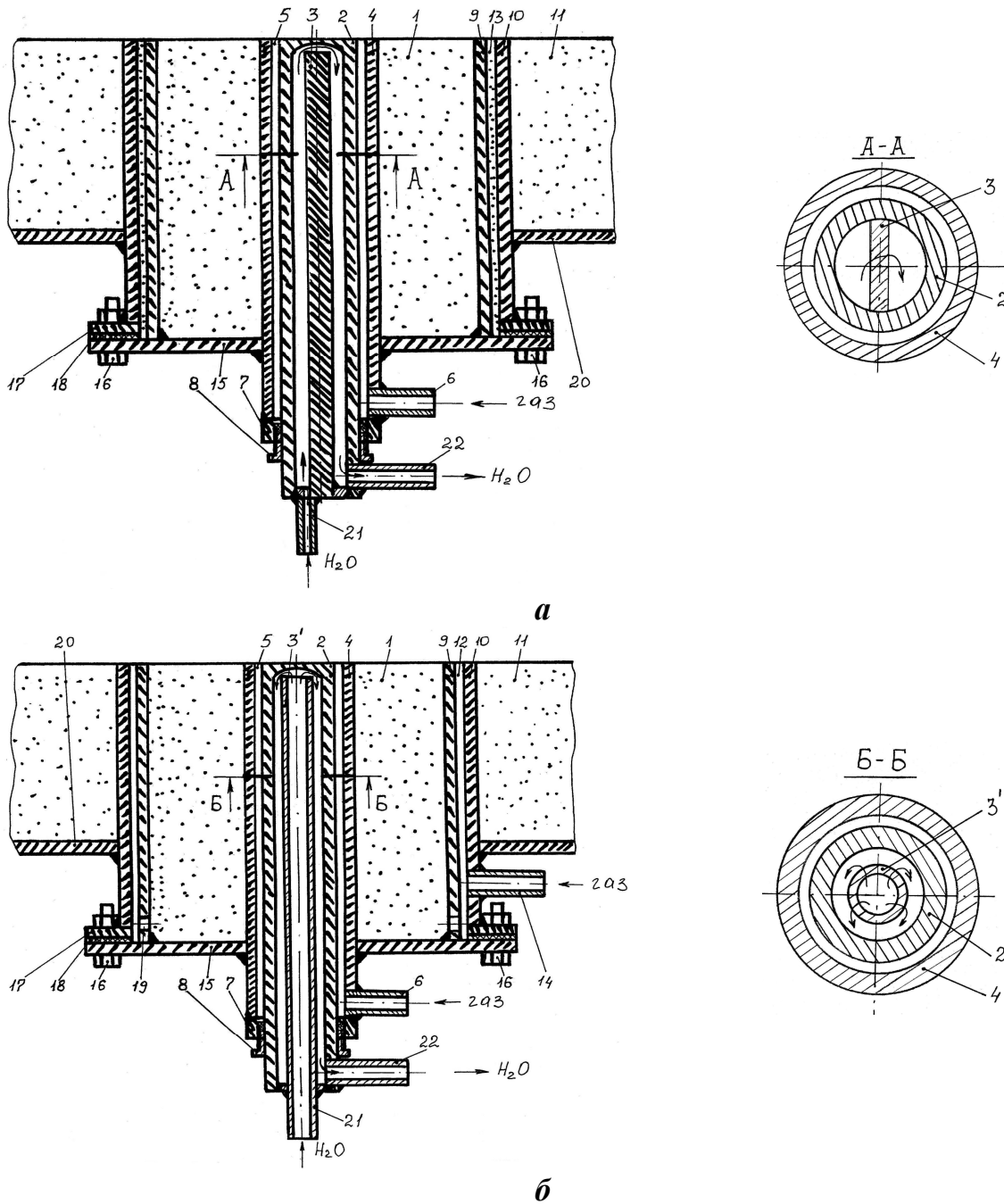


Рисунок 2 – Кільцева фурма з охолодженням [6]:

1 – вогнетривкий блок; 2- центральний стрижень (внутрішня труба); 3, 3¹ – внутрішня вставка у вигляді пластини і труби відповідно; 4 – зовнішня труба; 5 – кільцеве сопло; 6 – патрубок для підведення газу; 7, 15, 17 – фланець; 8 – ущільнювально-закріплювальний пристрій; 9 – зовнішня труба фурми; 10 – труба, що вмонтована до футерівки; 11 – футерівка агрегату; 12 – зазор; 13 – вогнетривка маса; 14 – патрубок для підведення газу або захисного середовища; 16 – болтове з’єднання; 18 – ущільнювальна прокладка; 19 – отвори; 20 – кожух конвертера; 21, 22 – патрубок для підведення і відведення води відповідно.

З метою підвищення стійкості вогнетривких донних фурм були розроблені нові варіанти конструкцій конвертерів [7, 8], що обладнані теплообмінними пристроями для попереднього підігрівання технологічних газів, що подаються для донного перемішування розплаву. Деякі з варіантів розроблених конструкцій конвертерів наведені на рис.3 і рис.4.

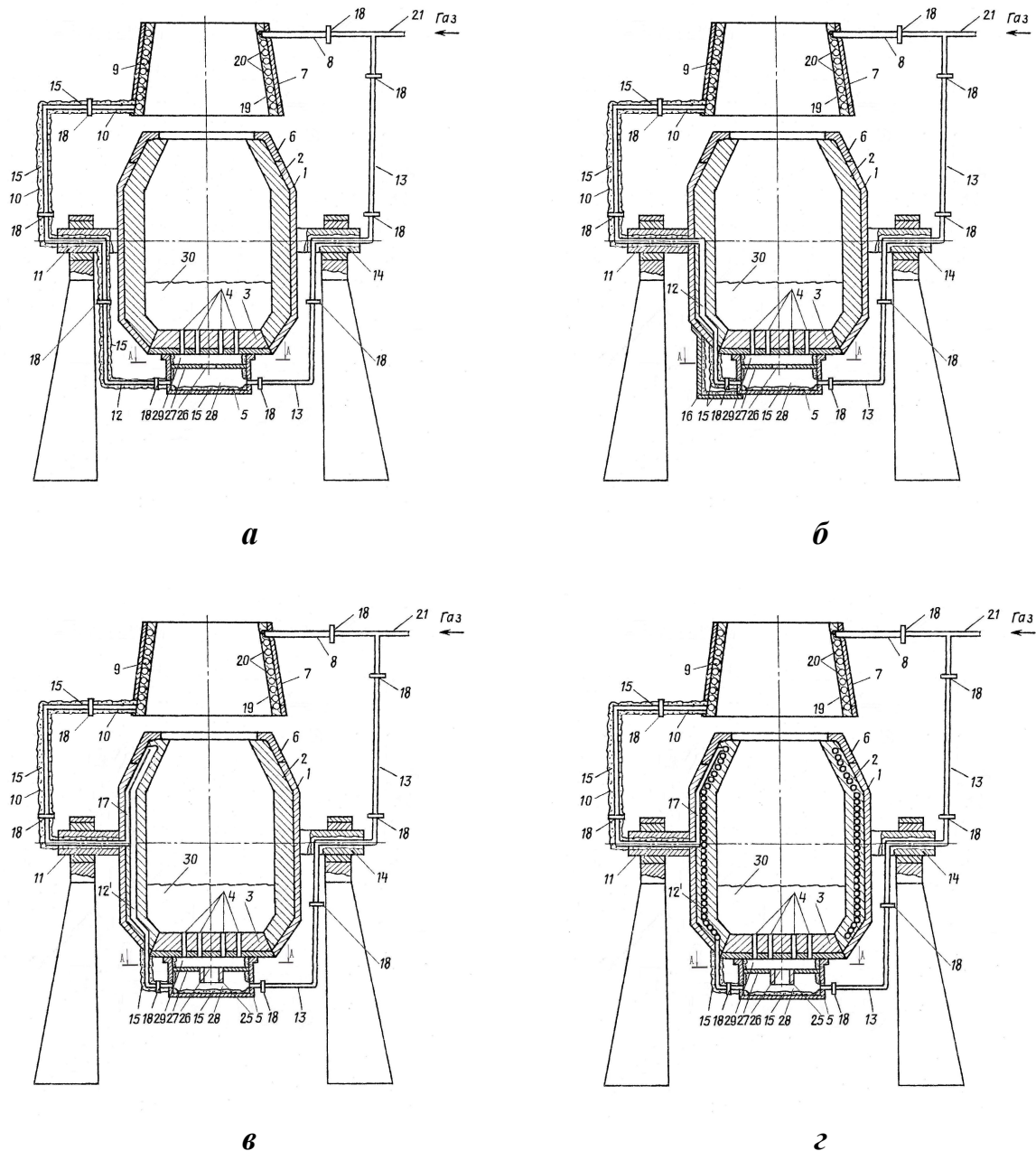


Рисунок 3 – Варіанти конвертера з попереднім підігріванням донного дуття (загальне підведення до фурм газу і регулювання його температури підігрівання) [7]:

1 - кожух; 2 - футерівка; 3 - днище; 4 - донні фурми; 5 - дуттьова коробка (д.к.); 6 - горловина; 7 - камін; 8 - трубопровід підведення (т.п.) непідігрітого газу (н.г.) до каміну; 9 - змійовик каміну; 10 - теплоізоляція; 11, 14 - цапфи; 12, 12¹ - змійовик конвертера; 13 - т.п. н.г. від магістралі до д.к.; 15 - т.п. підігрітого газу (п.г.) від каміну до д.к.; 16 - короб; 17 - трубопровід; 18 - швидкознімні з'єднання; 19 - вогнетривка обмазка; 20 - металеві стрижні; 21 - загальна газова магістраль; 22, 23 - патрубки розводок п.г. і н.г.; 24 - регулюючі клапани; 25 - патрубок; 26 - отвір; 27 - перегородка; 28 - камера змішування п.г. і н.г.; 29 - камера подачі дуття до фурм; 30 – розплав.

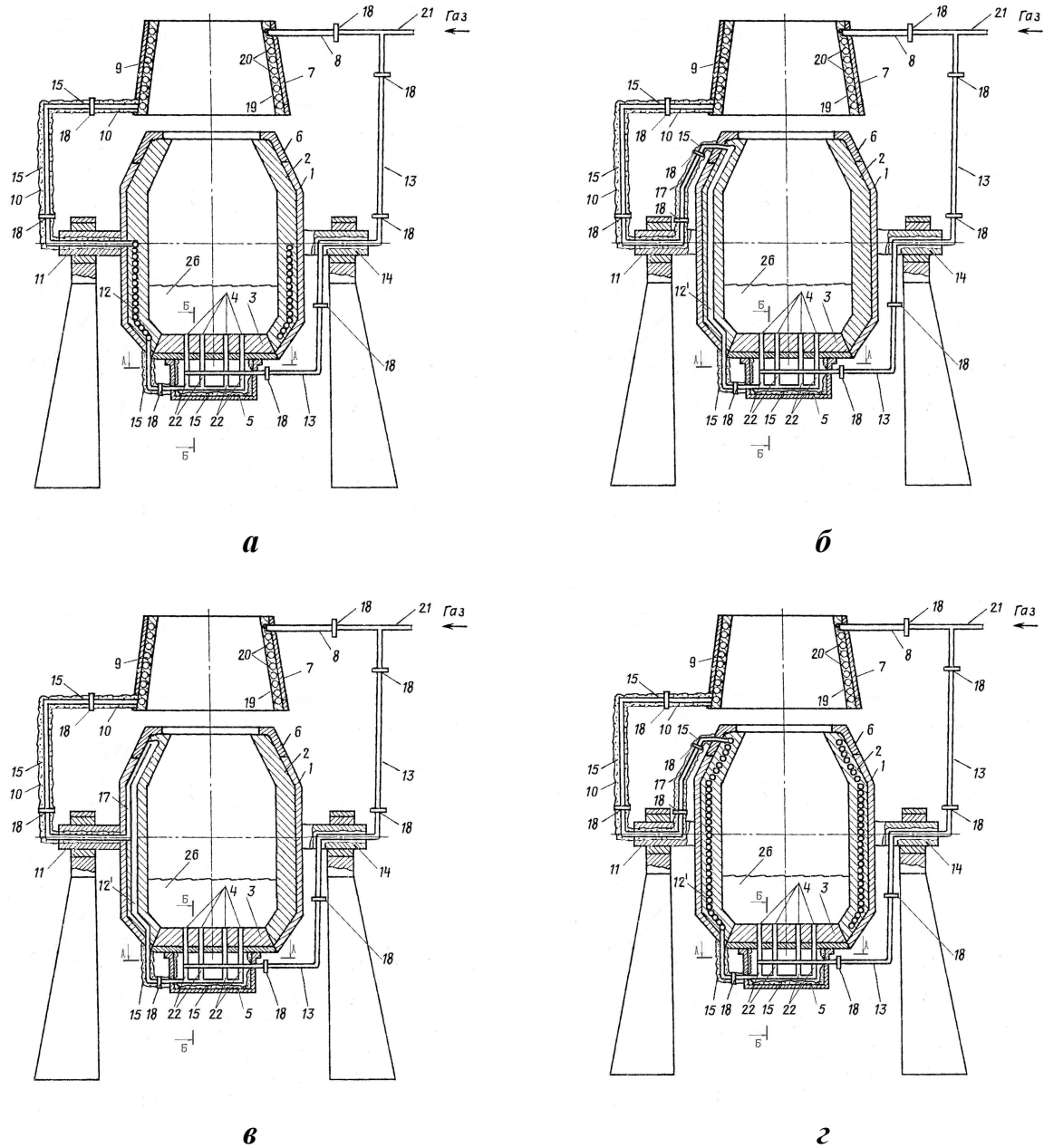


Рисунок 4 – Варіанти конвертера з попереднім підігріванням донного дуття (індивідуальне підведення до кожної фурми газу і регулювання його температури підігрівання) [8] (позначення див. на рис. 3)

Запропоновані конвертерні агрегати з теплообмінними пристроями (рис. 3, рис 4) можуть бути адаптовані також для підігрівання дуття, що подається на донні та/або бокові паливно-кисневі фурми конвертерів, які працюють за технологіями рідкофазного відновлення [9].

Однак слід зазначити, що підігрівання захисного газу у фурмах паливно-кисневого дуття понад 500-600°C призведе до крекінгу вуглеводнів, через що зникне охолоджувальна дія цього захисного газу. Тому необхідна розробка нових конструкцій паливно-кисневих фурм, в яких була б передбачена можливість використання підігрітих понад 500-600°C газів із збереженням охолоджувальної дії захисного газу.

Висновки:

1. Розроблені нові конструкції донних кільцевих (типу SA) фурм для подачі технологічних газів до порожнини конвертера на донне перемішування розплаву в ході його продувки.

2. Розроблені нові конструкції конвертерних агрегатів з теплообмінними пристроями для попереднього підігрівання донного дуття, що подається до порожнини конвертера на донне перемішування розплаву, із загальним та індивідуальним підведенням до кожної донної фурми газу і регулювання його температури попереднього підігрівання.

Посилання

1. Технология производства стали в современных конвертерных цехах. / С.В.Колпаков, Р.В.Старов, В.В.Смоктий и др. М.: Машиностроение, 1991. – 464 с.
2. Смоктий В.В., Лапицкий В.В., Белокуров Э.С. Комбинированные процессы выплавки стали в конвертерах. – Киев: Техшка, 1992. – 163 с.
3. Вишкарев А.Ф. Совершенствование конвертерного производства стали за рубежом / Новости чёрной металлургии за рубежом, 1995. – № 3. – С. 42-46.
4. Арсентьев П.П., Яковлев В.В., Комаров С.В. Конвертерный процесс с комбинированным дутьём. – М.: Металлургия, 1991. – 176 с.
5. Патент 112728 Україна, МПК С 21 С 5/34 (2006.01), С 21 С 5/48 (2006.01), 7/072 (2006.01). Кільцева вогнетривка фурма / С.П.Пантейков, Л.П.Семеруніна, О.С.Пантейкова. – № а201510334; Заявл. 22.10.2015; Опубл. 10.10.2016. Бюл. № 19.
6. Патент 117307 Україна, С21С 5/28 (2006.01), С21С 5/34 (2006.01), С21С 5/46 (2006.01), С21С 5/48 (2006.01), С21С 7/072 (2006.01), С21В 7/16 (2006.01), F27В 1/16 (2006.01). Кільцева фурма з охолодженням / С.П.Пантейков, Л.П.Семеруніна, О.С.Пантейкова. – № а201702136; Заявл. 06.03.2017; Опубл. 10.07.2018, Бюл. № 13.
7. Патент 142883 Україна, МПК (2006) С21С 5/30 (2006.01), F16L 53/00, F27D 17/00. Конвертер з підігріванням газу і регулюванням температури донного дуття / С.П.Пантейков, Л.П.Семеруніна, О.С.Пантейкова, Л.В.Югансон. – № а201710142; Заявл. 20.10.2017 (26.03.2018, Бюл. № 6); Опубл. 10.07.2020, Бюл. № 13.
8. Патент 142149 Україна, МПК С21С 5/30 (2006.01), С21С 5/34 (2006.01), С21С 5/46 (2006.01), F28F 13/06 (2006.01), F27D 7/06 (2006.01). Конвертер з підігріванням газу та індивідуальним регулюванням температур донного дуття / С.П.Пантейков, О.С.Пантейкова, Л.П.Семеруніна, Л.В.Югансон. – № а201710162; Заявл. 20.10.2017 (25.06.2018, Бюл. № 12); Опубл. 25.05.2020, Бюл. № 10.
9. Разработка многоцелевых конструкций фурм для конвертерных агрегатов жидкофазного восстановления / А.Г.Чернятевич, О.А.Жульковський, С.П.Пантейков, Е.Л.Мастеровенко // Труды V конгресса сталеплавильщиков. – М.: Черметинформация, 1999.. – С. 147-149.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОГО ФЕРРОХРОМА

Студенты И.А. Пышкин, Е.Ю. Бородин, Е.А. Тюленев

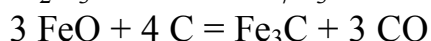
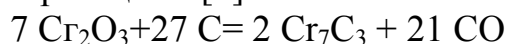
Руководитель - доц., канд. техн. наук И.И. Водин

Национальная металлургическая академия Украины (НМетАУ)

Институт интегрированных форм обучения НМетАУ

г. Днепр

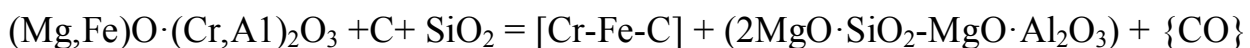
Высокоуглеродистый феррохром получают путем восстановления оксидов хрома и железа хромовой руды углеродом по следующим общепринятым химическим реакциям [1]:



Фактически восстановление оксидов железа и хрома из руд совершается путем более сложных кристаллохимических превращений ступенчато (селективно). Восстановленный до карбида хром растворяется в ранее полученном железе. Продукты восстановления состоят из карбидов железа и хрома $(\text{Fe,Cr})_7\text{C}_3$ и $(\text{Fe,Cr})_3\text{C}_2$, магнезиальной шпинели $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ и периклаза MgO . Полученный сложный карбид хрома содержит в себе до 9,5% углерода [1].

Восстановление оксидов железа и хрома порошковых хромовых руд твердым углеродом начинается при 1150-1200°C и заканчивается при 1300-1400°C, а в кусковых рудах начинается при тех же температурах, но заканчивается при более высоких. Твердофазное восстановление в кусковых хромовых рудах идет фронтально, доходит до определенной глубины и останавливается при 1200-1400°C. Это явление происходит из-за образования металлошлаковой оболочки вокруг куска руды или зерна хромшпинелида. Эта плотная и тугоплавкая оболочка представляет собой диффузионный металлошлаковый барьер, препятствующий дальнейшему развитию восстановления в глубине куска или зерна [3].

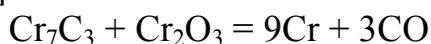
Кремнезем в состав хромшпинелидов не входит, но он косвенно участвует в удалении высокомагнезиальной шлаковой оболочки с реакционной поверхности путем образования жидкоподвижных соединений, например форстерита (2MgOSiO_2) , такой шлак стекает с реакционной поверхности. Так разрушается шлаковый барьер и создается новая оголенная поверхность зерен хромшпинелидов для нового контакта с оксидами железа и хрома. При этом углерод и хромшпинелид находятся в твердом состоянии, а продукты плавки – углеродистый феррохром и шлак - в жидком. Таким образом, кремнезем при выплавке углеродистого феррохрома из кусковых руд является интенсификатором восстановления оксидов железа и хрома хромшпинелидов хромовых руд. На основании этого, суммарную реакцию процесса выплавки углеродистого феррохрома можно описать следующей химической реакцией [1,3]:



Необходимо отметить, что при температурах выше 1600°С дальнейшему развитию восстановления оксидов по глубине кусковых хромовых руд мешает рекристаллизация зерен хромшпинелидов. Это сильно уплотняет руду и затрудняет проникновение восстановителя к внутренним зонам куска руды.

Появление шлаковой оболочки, с одной стороны, и рекристаллизация зерен хромшпинелидов, с другой стороны, создают благоприятные условия для образования рудного слоя в ваннах промышленных печей при выплавке углеродистого феррохрома.

Образующийся в нижних горизонтах ванны печи на границе металл-шлак из невосстановленной и нерастворенной в шлаке кусковой хромовой руды «рудный слой» играет важную роль в процессах рафинирования углеродистого феррохрома от углерода. Частичное обезуглероживание рудным слоем карбидов хрома, образовавшихся в верхних горизонтах печи происходит, по реакции [1,3]:



Для успешного обезуглероживания карбидов хрома и железа необходима повышенная температура процесса, которая достигается подбором оптимального состава шлака.

Рудный слой образуется только кусковыми рудами массивной или густовкрапленной текстуры и крупнокристаллической структуры. В процессе плавки рудный слой находится в непрерывном движении, т.е. постоянно расходуется и обновляется. Расход зависит от интенсивности восстановления и рафинирования, а приход – от притока хромовой руды из новых завалок шихты [3].

Куски и реликты хромовых руд, извлеченные из рудного слоя, как правило, имеют высокое содержание оксида хрома (более 60%) и низкое содержание кремнезема (менее 2%) и состоят в основном из крупных кристаллов хромшпинелидов с тонким слоем цемента. Толщина рудного слоя в ванне печи при выплавке углеродистого феррохрома достигает более 100 мм.

Для получения устойчивого рудного слоя в рудной навеске должно быть не менее 40% кусковой хромовой руды. Рудный слой образуется только кусковыми рудами. Рациональные размеры фракций кусковой хромовой руды подбираются опытным путем. Размер кусков зависит от мощности печи, например, на печах мощностью до 10 МВ·А размер кусков руды должен быть 10-15 мм, при мощности 16,5-33 МВ·А 10-80 мм, а при мощности 63-81 МВ·А 10-160 мм. Необходимо отметить, что искусственно окускованные продукты (окатыши, агломераты и брикеты), изготовленные из мелких хромовых руд, при выплавке высокоуглеродистого феррохрома не создают рудный слой [3].

Для выплавки углеродистого феррохрома определенной марки требуется наличие в составе шихты в соответствующем количестве кусковой хромовой руды определенного качества. Количество кусковой хромовой руды в шихте также определяется опытным путем. Опыт работы Актюбинского

завода ферросплавов показує, що для отримання углеродистого феррохрома марки ФХ800 кускової руди повинно бути не менше 70%, а марки ФХ850 - около 50% и ФХ900 - не менше 30%. Следует отметить, что на 100% кусковой хромовой руды работать невозможно, так как ванна печи заполнится мощным рудным слоем, а при полном выводе кусковой хромовой руды из навески получится углеродистый феррохром с содержанием более 9% С [1,2].

Выбор рационального состава шлаков при выплавке углеродистого феррохрома зависит от природы хромовых руд, точнее от содержания оксидов железа и хрома, а также шлакообразующих - SiO_2 , MgO и Al_2O_3 . Поэтому состав шлаков при выплавке углеродистого феррохрома выбирается по системе SiO_2 - MgO - Al_2O_3 (рис. 1) [1].

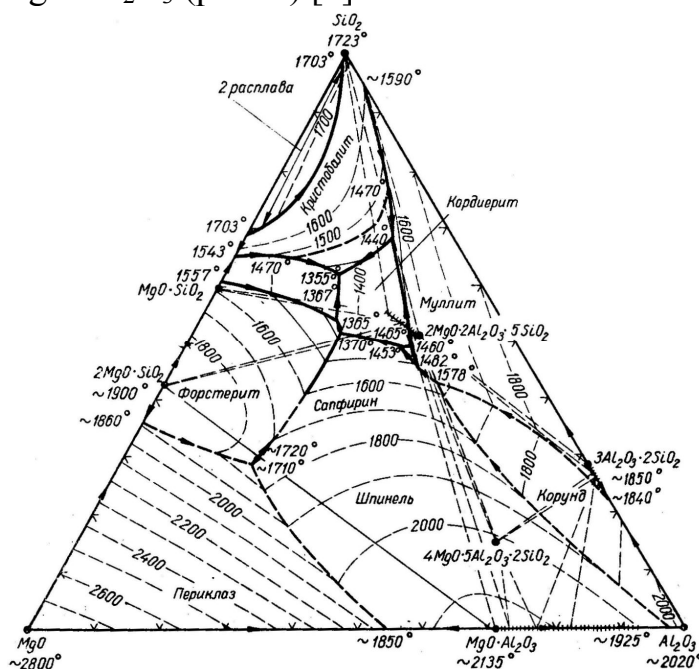


Рисунок 1 - Диаграмма состояния системы SiO_2 - MgO - Al_2O_3 [1]

Выбранный состав шлаков должен обеспечивать нагрев и перегрев углеродистого феррохрома; создавать условия для успешного «капельного» (при движении капель металла через рудный слой) и «донного» (на контакте металл-шлак на подине печи) рафинирования от С и Si; шлак должен быть достаточно подвижным и «длинным» для осаждения королек металла, особенно в ковше при выпуске из печи, хорошо отделяться от слитка металла, обладать достаточным электросопротивлением, чтобы обеспечить глубокую посадку электродов в шихте, обеспечивать получение стандартного металла по содержанию серы и фосфора [1,3,4].

Температурный режим металла и шлака при выплавке углеродистого феррохрома определяется соотношением между содержанием хрома и углерода в сплаве, концентрацией SiO_2 и отношением $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - в шлаке. Температура плавления выбранного шлака должна быть выше температуры

плавлення металла на 100-150°C, так как нагрів металла при выплавке углеродистого феррохрома идет через шлак, печь работает в режиме сопротивления. Шлак, полученный из оксидов хромовой руды, имеет высокую температуру плавления и вязкость. Такой шлак плохо выходит из ванны печи и способствует перегреву металла. Для снижения температуры плавления и вязкости шлака в шихту добавляют кремнезем (флюсы) в виде отсевов кварцита или высокозольных восстановителей [4].

За долгие годы эксплуатации Кемпирсайского месторождения по мере заглубления карьеров и шахт в добычу начали вовлекаться руды из нижних горизонтов, которые не были подвержены процессам древнего выветривания, что сильно изменило состав вмещающей породы в сторону увеличения содержания оксида магния и уменьшения оксида алюминия. Поэтому значительно изменился и состав хромовых руд, получаемых в последние годы заводами [2].

Так как состав шлаков определяется главным образом составом хромовых руд, соответственно претерпели изменения и их составы в сторону увеличения содержания оксида магния (с 28-32 до 45-48%) и уменьшения оксида алюминия (с 28-29 до 14-15%), в то время как содержание диоксида кремния осталось на необходимом уровне (29-34%) [2,3].

Выводы:

1. Температурный режим металла и шлака при выплавке углеродистого феррохрома определяется соотношением между содержанием хрома и углерода в сплаве, концентрацией SiO₂ и отношением MgO/Al₂O₃ - в шлаке.

2. Для снижения температуры плавления и вязкости шлака в шихту добавляют кремнезем (флюсы) в виде отсевов кварцита или высокозольных восстановителей.

Ссылки

1. Лякишев Н.П., Гасик М.И. Металлургия хрома. - М.:ЭЛИЗ, 1999,-382 с.
2. Хром Казахстана. Гриненко В.І., Поляков О.І., Гасик М.І., Петлюх П.С., Шашкін В.Н., Вихідців В.М., Єлпішев Г.А., Амїралін К.А. – М.: Металургія, 2001. – 416 с.
3. Кадарметов Х.Н. Восстановление оксидов железа и хрома по глубине куска хромовой руды //Известия АН СССР. Металлы. – 1975. № 6. – С. 94-99.
4. Косирьев К.Л., Ольсен С.Е. Кремний і вуглець в хромистих сплавах //INFACON 7, 1995. С. 329-338.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИВОДУ ПОВОРОТНОГО ВІЗКА КРАНУ З МАГНІТАМИ

Студент О.Г. Руденко

Керівник - доц., канд. техн. наук І.Г. Махницький
Національна металургійна академія України (НМетАУ)
Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ
м. Дніпро

Крани спеціального призначення широко застосовують практично у всіх металургійних цехах при технологічних та інших роботах. Одним з типів таких кранів є магнітний кран з поворотним візком, що використовується на складах прокатного цеху.

На неповоротній рамі основного візка цього крану укріплена кругова рейка, на яку спираються три конічних ходові катки (один чи два з яких обладнанні індивідуальними приводами) і три горизонтальні ролики встановлених на рамі поворотної частини візка. Горизонтальні ролики стикаються з круговою рейкою з внутрішньої сторони рейки і утримують поворотну частину візка від горизонтальних зміщень. Ходові катки та розташовані під кутом 120° один до одного так, що вони можуть котитись по круговій рейці.

Проведений аналіз методів визначення моментів опору обертання поворотних візків магнітних кранів і кранів засвідчив їх недосконалість. Розрахунок зусиль на бічні горизонтальні ролики ведеться для найгіршого випадку, причому зовсім не враховується їх місце розташування відносно ходових катків. А саме це визначає їх середні навантаження та довговічність в процесі експлуатації крана.

Нами поставлена задача визначення раціонального положення горизонтальних упорних катків відносно ходових коліс при яких середні навантаження на них будуть найменшими. При цьому розглянуті випадки, коли приводних коліс в поворотному візку один або два.

Для визначення сил опору обертанню візка, які прикладаються до ободу опорних роликів, визначимо максимальні горизонтальні навантаження, які діють на візок, що обертається. При цьому приймаємо, що горизонтальні ролики розташовані під кутом 120° один від одного.

Максимальне зусилля на горизонтальні ролики визначаємо з умови, що візок, що обертається, повинен центруватися навколо вертикальної осі (рис. 1).

Зі сторони приводного ходового колеса на візок діє сила $F_{кол}$. Оскільки привід реверсивний, те зусилля з боку приводного ходового катка може бути спрямоване в різні боки. При обертанні візка проти годинникової стрілки радіальні зусилля сприймають опори А і В; при русі за годинниковою стрілкою - опори В і С. Інші сили, наприклад сили інерції, можуть діяти в любому напрямі, тому в розрахунках їх до уваги не приймаємо.

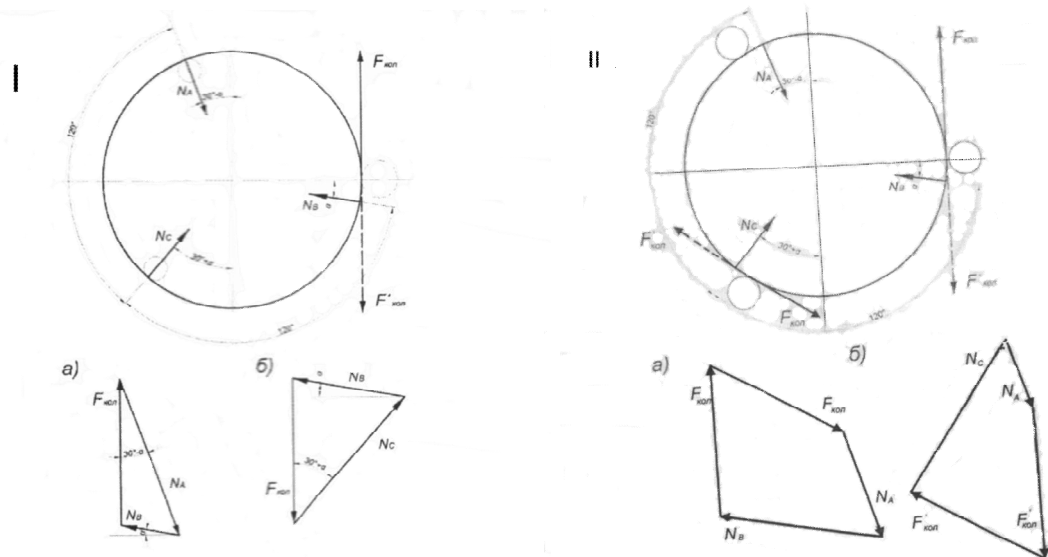


Рисунок -1 Схема до розрахунку зусиль на упорні ролики при одному приводному колесі (I) та двох приводних колесах (II):

a і *б* – схеми сил що діють на упорні ролики при обертанні візка відповідно по годинній і проти годинникової стрілі

Розглянемо рівняння сил при обертанні візка проти годинникової стрілки (рис.1 б). Якщо кут α знаходиться в межах від 0 до 30° то реакції в горизонтальних роликах будуть складати:

при одному приводному колесі (рис.1 I б)

$$N_A(\alpha) = \frac{F_{\text{кол}}}{\cos(30^\circ - \alpha) + \text{tg}\alpha \sin(30^\circ - \alpha)}; \quad N_B(\alpha) = N_A \frac{\sin(30^\circ - \alpha)}{\cos \alpha},$$

при двох приводних колесах (рис.1 II б)

$$N_A(\alpha) = \frac{F_{\text{кол}} + F_{\text{кол}} [\cos 30^\circ \text{tg}\alpha - \sin 30^\circ]}{\cos(30^\circ - \alpha) - \text{tg}\alpha \sin(30^\circ - \alpha)}; \quad N_B(\alpha) = \frac{N_A \sin(30^\circ - \alpha) + F_{\text{кол}} \cos 30^\circ}{\cos \alpha}.$$

Зусилля N_C в цих випадках дорівнює нулю.

Якщо кут α знаходиться в межах від 30° до 60° то реакції в горизонтальних роликах відповідно становлять:

при одному приводному колесі

$$N_C(\alpha) = \frac{F_{\text{кол}}}{-\cos(30^\circ + \alpha) + \frac{\sin(30^\circ + \alpha)}{\text{tg}(30^\circ - \alpha)}}, \quad N_A(\alpha) = N_C \frac{\sin(30^\circ + \alpha)}{\sin(\alpha - 30^\circ)},$$

при двох приводних колесах

$$N_A(\alpha) = \frac{F_{\text{кол}} - F_{\text{кол}} [\cos 30^\circ \text{tg}\alpha - \sin 30^\circ]}{\cos(30^\circ + \alpha) - \text{tg}\alpha \sin(30^\circ + \alpha)}; \quad N_C(\alpha) = \frac{-N_A \sin(30^\circ - \alpha) + F_{\text{кол}} \cos 30^\circ}{\cos \alpha}$$

Зусилля N_B в цих випадках дорівнює нулю.

Відповідно при обертанні візка по годинникової стрілки (рис.1, *a*), та якщо кут α знаходиться в межах від 0 до 30° то реакції в опорних роликах будуть складатися:

при одному приводному колесі (рис.1 I *a*)

$$N_C(\alpha) = \frac{F_{\text{кол}}}{\cos(30^\circ + \alpha) + \text{tg}\alpha \sin(30^\circ + \alpha)}, \quad N_B(\alpha) = N_C \frac{\sin(30^\circ + \alpha)}{\cos\alpha},$$

при двох приводних колесах (рис.1 II *a*)

$$N_C(\alpha) = \frac{F_{\text{кол}} [\cos 30^\circ - \sin 30^\circ \text{tg}(30^\circ - \alpha) + \text{tg}(30^\circ - \alpha)]}{\cos(30^\circ + \alpha) + \text{tg}30^\circ \sin(30^\circ + \alpha)}$$

$$N_A(\alpha) = \frac{N_C \sin(30^\circ + \alpha) + F \sin 30^\circ - F_{\text{кол}}}{\cos(30^\circ - \alpha)}.$$

Реакція N_B в цьому випадку дорівнює нулю.

Якщо кут α знаходиться в межах від 30° до 60° то реакції в горизонтальних роликах відповідно становлять

при одному приводному колесі

$$N_C(\alpha) = \frac{F_{\text{кол}}}{\cos(30^\circ + \alpha) + \text{tg}\alpha \sin(30^\circ + \alpha)}, \quad N_B(\alpha) = N_C \frac{\sin(30^\circ + \alpha)}{\cos\alpha}.$$

при двох приводних колесах

$$N_C(\alpha) = \frac{-F_{\text{кол}} (\sin 30^\circ - \cos 30^\circ \text{tg}\alpha - 1)}{\sin(30^\circ + \alpha) + \text{tg}\alpha \cos(30^\circ + \alpha)};$$

$$N_B(\alpha) = \frac{N_C \sin(30^\circ + \alpha) - F_{\text{кол}} \sin 30^\circ}{\cos\alpha}$$

Для кожного положення горизонтальних роликів відносно ходового колеса (що характеризується кутом α) посумуємо усі їх реакції та розділимо на зусилля $F_{\text{кол}}$.

$$K_{ji}(\alpha) = \frac{N_A(\alpha) + N_B(\alpha) + N_C(\alpha)}{F_{\text{кол}}},$$

j - напрям обертання візка ($n.z$ – проти годинникової стрілки; z – по годинниковій стрілки);

i - кількість приводних коліс.

Залежність коефіцієнта $K_{n,z1}$ від положення горизонтальних роликів відносно ходових коліс показано на рис.2.

Оскільки верхній візок магнітного крану обертається по годинній і проти годинній стрілки з рівною імовірністю, то для визначення раціональних положень опорних роликів підсумуємо коефіцієнти $K_{n,z1}$ та K_{z1}

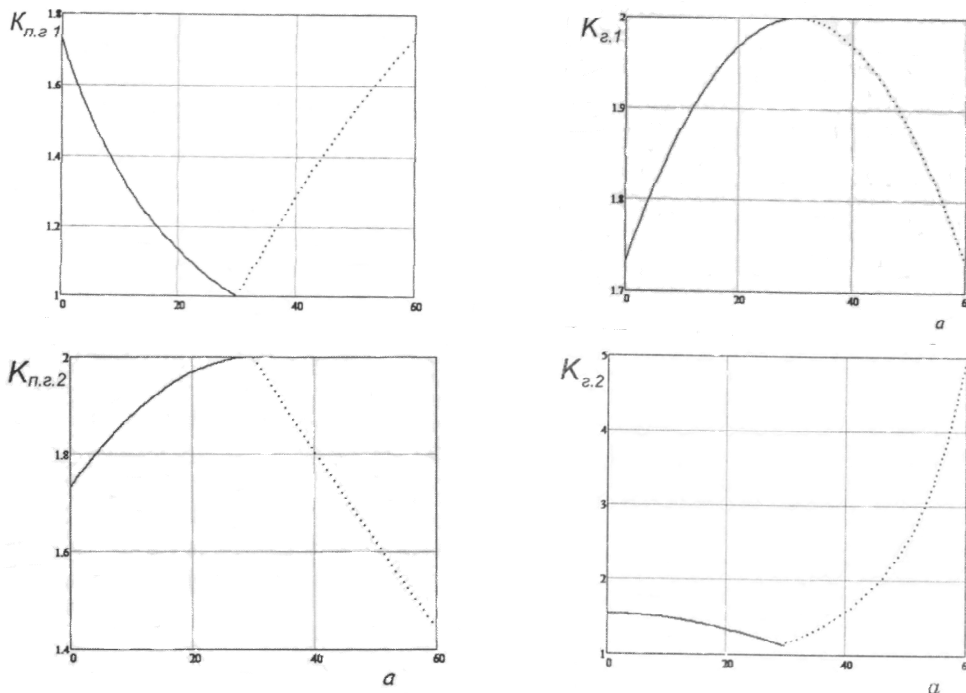


Рисунок - 2 Відносне зусилля на горизонтальні ролики при обертанні візка

$$K_1(\alpha) = K_{n,z.1}(\alpha) + K_{z.1}(\alpha).$$

Графік суми відносних навантажень на упорні ролики K_1 при русі поворотного візка за і проти годинникової стрілки показаний на рис. 3.

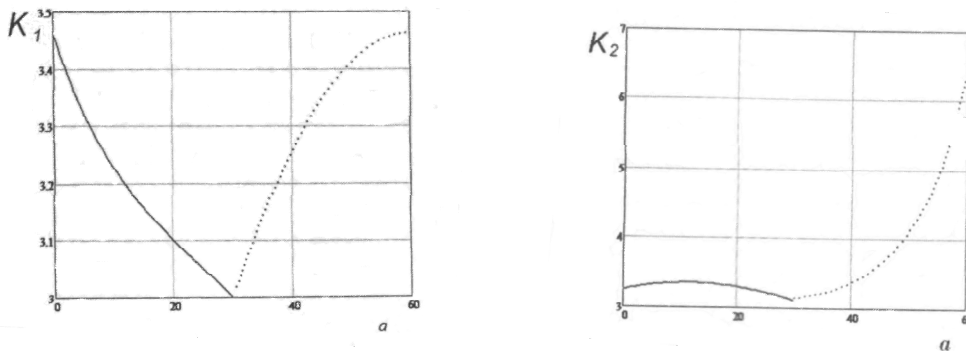


Рисунок -3 Графік суми відносних навантажень на горизонтальні ролики при обертанні поворотного візка за і проти годинникової стрілки

Як видно з графіку найкращим положенням упорних горизонтальних роликів відносно приводного ходового колеса буде таке, при якому один з них знаходитиметься під кутом 30^0 до приводного колеса. Відмітимо, що при такому положенні роликів максимальне зусилля га упорний ролик не перевищить горизонтального навантаження що діє на візок.

Відмітимо, що в існуючих конструкціях магнітних кранів з поворотним візком, упорний горизонтальний ролик відхилений від приводного ходового колеса на $9^030'$ або на 45^0 . Це приводить до підвищених навантажень і, отже, до передчасного виходу їх з ладу.

ВИКОРИСТАННЯ РЕЛЯЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ У РОЗРОБЦІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ МАГНІТНОГО МОНІТОРИНГУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

Доц., канд. техн. наук Н.Є. Русакова
Харківський національний університет радіоелектроніки
м. Харків

Сучасні технології оцінки стану різного виду устаткування підприємств металургійної промисловості засновані на методах неруйнівного контролю, які дозволяють отримати оцінку поточного стану обладнання та інформацію про його залишковий ресурс. Застосування магнітної діагностики на основі використання двополюсного коерцитиметра [1] дає можливість здійснювати вимірювання коерцитивної сили металу – кращої структурно-чутливої характеристики і на основі аналізу даних вимірювань судити про різні етапи його експлуатації, зміни обладнання і можливих деформаціях.

На сьогоднішній день магнітний метод діагностики використовується для контролю обладнання в різних сферах металургії: для здавального та приймального контролю прокатних валків магнітний метод дозволяє оцінити не тільки величину, але і спрямованість дії накопичених валком залишкових напружень [2]; для аналізу металу кисневих балонів магнітний метод дає можливість оцінити напружено-деформований стан балона, який зазвичай обумовлений деформацією та експлуатацією [1]; для досліджень матеріалів корпусних конструкцій суден завдяки магнітному методу встановлюються місця ймовірного зносу і втоми металу корпусу судна; магнітний метод також може використовуватися при дослідженнях властивостей сталі в доменних печах, у зварних з'єднаннях і для аналізу інших металоконструкцій.

Всі вимірювання із застосуванням магнітного методу проводяться за допомогою переносного структуроскопа-коерцитиметра, основа обробки при цьому – цифрова матриця результатів вимірювань коерцитивної сили, отримана при вимірах з заданим поздовжнім і поперечним інтервалом. Обробка результатів в процесі вимірювання надає можливість оперативно виявити та дослідити ділянки, що представляють особливий інтерес. По завершенню вимірювань можна отримати таблицю значень коерцитивної сили, гістограму отриманого набору значень та геометричну розгортку в вигляді наочної кольорової карти. На цій карті перехід від синього кольору, відповідного найменшому значенні коерцитивної сили, до червоного, відповідного її найбільшому значенню, здійснюється через проміжні кольори. Гістограма супроводжується значеннями двох чисельних характеристик – середнього значення вимірювань коерцитивної сили та ступеня розкиду цих значень відносно середнього.

Зазвичай дані вимірювань для конкретного обладнання зберігаються в малому обсязі і отримати інформацію щодо аналізу за певний проміжок часу неможливо [2]. В такому разі пропонується реалізувати інформаційну

систему, засновану на побудові реляційної бази даних, яка надавала б функціонал, необхідний кожному фахівцю, що працює у сфері магнітного моніторингу і використовує коерцитиметр для своїх вимірювань.

Для зберігання і обробки даних можна виділити наступні необхідні параметри: інформацію про вимірюваний об'єкт (назва, серійний номер, рік випуску тощо); характеристики об'єкта такі як ширина, висота, нанесення шару фарби, тривалість експлуатації та інше, для кожного об'єкта це будуть свої параметри; зміни, яких зазнав об'єкт, це може бути реставрація обладнання або ж в разі валків прокатного стану нанесення додаткового шару металу з фіксацією дати; можливість реєстрації в системі користувачів; таблиці з результатами вимірів коерцитивної сили кожного об'єкту.

Передбачається, що таблиць для фіксації вимірювань буде дві. Одна таблиця необхідна для фіксації первинних або еталонних значень об'єкта, тобто тих значень, які вимірюються при випуску нового об'єкта або ж при перших вимірах, щоб при побудові геометричної розгортки можна було проводити аналіз і розуміти наскільки об'єкт зносився в порівнянні з початковими значеннями. Друга ж таблиця потрібна для фіксації вимірювання всіх об'єктів в процесі експлуатації, це можуть бути десятки та сотні вимірювань з фіксацією дати, проаналізувавши які можна оцінити життєвий цикл виробу, побудувати гістограму отриманого набору значень, геометричну розгортку, вирахувати середні значення вимірювань коерцитивної сили та ступеня розкиду цих значень відносно середнього.

Всі дані в таблицю будуть заноситися незалежно від того вимір якого металургійного обладнання буде проходити, користувачеві тільки потрібно буде вказати розмір матриці, необхідний для введення даних.

Також інформаційна система буде мати ряд можливостей, необхідних для подальшого аналізу: пошук інформації за назвою обладнання і за датою проведення замірів; вибірку вимірювань за заданий період часу і вибірку вимірів, в яких значення перевищують допустимі норми; побудову гістограм і їх порівняння для одного виробу з початку терміну експлуатації та до поточного моменту тощо. Даний функціонал дозволить користувачеві системи проводити якісну обробку своїх вимірів, зберігати дані тривалий період і отримувати всілякий аналіз відразу декількох виробів або ж одного і того ж виробу в процесі всього терміну служби, що збільшить експлуатаційні характеристики кожного виробу.

Посилання

1. Безлюдько Г. Я., Попов Б. Е., Соломаха Р. Н. Применение метода коерцитивной силы сегодня. — В мире НК. 2015. Том 18. № 4. С.4–8.
2. V.Gorokhovatskyi, N.Rusakova I.Tvoroshenko. The application of image analysis methods and predicate logic in applied problems of magnetic monitoring. – Telecommunications and Radio Engineering, 79 (20). Pp. 1801-1811.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ НАНОДИСПЕРСНЫХ МОДИФИКАТОРОВ ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ ОТЛИВОК ИЗ Fe-C СПЛАВОВ

Аспирант И.О. Серженко

Руководитель - докт. техн. наук, проф. В.Т. Калинин

Національна металургійна академія України, г. Дніпро

Перспективным научно-техническим направлением в области разработки новых материалов является создание литых металлокомпозитов, армированных нанодисперсными частицами на основе TiCN, WC, B₄C, SiC, VC и другими [1]. Основным способом получения литых композиционных материалов, армированных наночастицами, является введение их в жидкометаллическую ванну. При этом свойства композиционных материалов зависят не только от вида и объемной доли введенных частиц, но и от соразмерности их с величиной центров кристаллизации при затвердевании металлической матрицы.

Введенные в расплав тугоплавкие наночастицы (<100 нм) могут рассматриваться как центры кристаллизации, если на их поверхности происходит зарождение первичной фазы, зависящей от размеров и свойств частицы, а также от ее взаимодействия расплавом [2]. Такое образование (частица - твердая фаза - расплав) будет устойчиво только в том случае, если свободная энергия системы уменьшается или же зависимость $\Delta F = f(r_0)$ имеет минимум, где r_0 - радиус нанооболочки твердой фазы вокруг частицы.

Чем больше термодинамическая устойчивость инокулирующего модификатора в виде величины ΔF и чем больше разница температур плавления модификатора и Fe-C расплава, тем выше его эффективность. Кроме того, должно иметь место электронное сродство модификатора и расплава, то есть нерастворимые тугоплавкие наномодификаторы должны обладать металлическим типом проводимости. Следовательно, под модифицированием нерастворимыми наночастицами следует понимать обработку расплава такими добавками, которые имеют следующие свойства:

- температура плавления частиц должна быть существенно выше температуры плавления Fe-C расплава;

- энтальпия образования модифицирующей частицы превышать энтальпию образования расплава;

- тугоплавкие частицы должны иметь металлический тип проводимости и быть нерастворимы в расплаве.

Наиболее удовлетворяют требованиям, предъявляемым к тугоплавким соединениям, являются наночастицы на основе карбонитрида титана – TiCN.

Поэтому в основной области нанодиапазона удельная поверхностная энергия нанодисперсной системы максимальна (рис.1) частицы обладают высокой адсорбционной активностью и зарождение кристаллизующейся фазы (нанооболочки) на их поверхности имеет высокую вероятность. Если же

частица не обладает свойствами тугоплавкого модификатора, то наноболочка твердой фазы может отсутствовать. Образование «частица – твердая фаза - расплав» будет устойчивым только в том случае, если свободная энергия системы уменьшается.

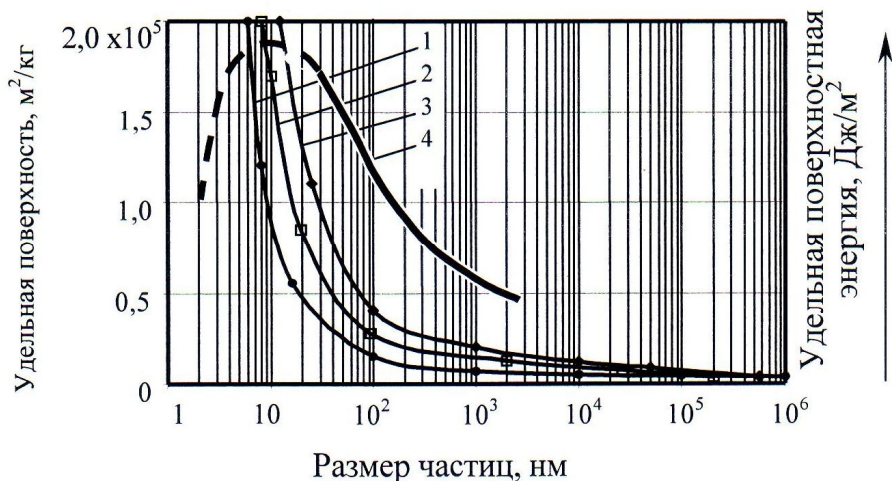


Рисунок 1 - Влияние размера частиц на удельную поверхность (1 – TiCN; 2 – ZrN; 3 – SiC) и усредненную поверхностную энергию (4)

Зарождение первичной фазы на наночастицах облегчено и идет с уменьшением суммарной свободной энергии за счет изменения соотношения объемной и поверхностной составляющей свободной энергии, в то время как образование зародыша в немодифицированном расплаве требует затрат энергии, и только после достижения критического размера (рис. 2, кривая 1) рост твердой фазы становится энергетически выгодным. Наличие большой удельной поверхности наночастицы делает процесс зарождения твердой фазы термодинамически выгодным: он идет с выделением энергии (скрытой теплоты кристаллизации).

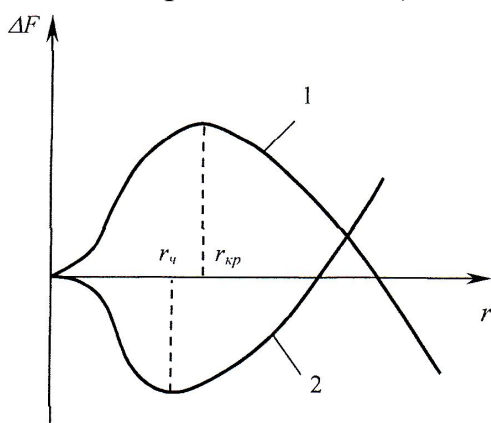


Рисунок 2 - Изменение ΔF в зависимости от радиуса зародыша (1) при образовании твердой фазы на поверхности наночастицы (2)

График функции ΔF при этих условиях можно представить кривой 2 на рисунке 2. Твердая фаза, образовавшаяся в расплаве на поверхности частицы, находится в энергетически выгодном состоянии и условие к распаду у таких образований (наноболочек) отсутствует. Такие участки твердой фазы при дальнейшем охлаждении выигрывают в конкурентной борьбе у спонтанно или гетерогенно возникших зародышей.

Эти образования достаточно большие, чтобы поглощать друг друга, поэтому размер дендритов (зерен) в отливке из армированного наносоединениями Fe-C

сплава определяется количеством частиц: чем их больше, тем мельче дендриты первичного аустенита.

В модифицированном наносоединениями чугуна образование оболочки твердой фазы на наночастице, имеющей большую удельную поверхность, высокую адсорбционную активность и обладающей качествами тугоплавкого модификатора облегчено, и идет с уменьшением суммарной свободной энергии за счет изменения соотношения объемной и поверхностной энергии в пользу объемной.

Таким образом, роль наночастиц сводится к созданию в расплаве дополнительно искусственных центров кристаллизации. Для этого они должны обладать свойствами тугоплавкого наномодификатора. Быть соразмерными с критическими зародышами, параметры их решетки – соответствовать параметрам кристаллической решетки кристаллизующейся фазы и их должно быть достаточное количество при массовом вводе для получения в отливке субмикроскопической структуры.

Полученные данные применены при разработке технологических процессов образования, литых металлокомпозитов для отливок металлургического оборудования на предприятиях Украины.

Ссылки

1. Калинин В.Т., Хрычиков В.Е., Кривошеев В.А. Перспективы применения ультрадисперсных модификаторов для повышения качества чугуна // ж. «Процессы литья», - Киев: ФТИМиС, – 2005, №1 С.29-33.
2. Калинин В.Т., Хрычиков В.Е., Кривошеев В.А. Практические аспекты применения ультрадисперсных модификаторов для чугунных отливок //ж «Литье Украины.» – 2004. №4. – С.4-6.

ПІДВИЩЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ДЕТАЛЕЙ ГІДРОАГРЕГАТІВ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Магістрант Я.С. Синицин

Керівник – доц., канд. техн. наук В.С. Гришин

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Інтенсифікація робочих процесів, збільшення інтенсивності та масштабів використання гідроагрегатів, зростання рівня їхньої конструктивної складності та вартості вимагає високої надійності та довговічності їхніх деталей та вузлів. На теперішній час більше уваги приділяється питанням підвищення експлуатаційних характеристик (надійності, довговічності, втомленій міцності, повзучості, тривалій міцності, тертю та зносу, корозії, ерозії та ін.) деталей та вузлів гідроагрегатів технологічними методами, оскільки підвищення життєвого циклу деталей прямо залежить від їхніх експлуатаційних характеристик та можливостей їхнього поліпшення [1].

Застосування різних технологій поверхневої обробки, таких, як нанесення спеціальних покриттів, зміцнення робочих поверхонь деталей, а також підбір методів обробки для створення комплексних технологій є актуальною задачею.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є вирішення важливої задачі підвищення життєвого циклу деталей та вузлів гідроагрегатів шляхом створення технологічних методів, які формують фізико-механічні характеристики поверхневого шару валів відцентрових насосів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- дослідити вплив покриттів, що наносяться на деталі гідроагрегатів на показники експлуатаційних характеристик цих деталей;
- розробити технологію обробки підкладки під покриття після алмазного вигладжування;
- дослідити закономірності формування структури і властивостей хромового покриття після алмазного вигладжування.

Об'єкт дослідження – типові представники валів гідроагрегатів, а також технологічні процеси підвищення зносостійкості поверхонь тертя.

Предмет дослідження – встановлення закономірності формування параметрів якості поверхневих шарів, які дозволяють продовжити життєвий цикл деталей.

Аналіз деталей з хромовим покриттям які виготовляються на заводах гідро агрегатобудування України визначив, що частіше в якості вихідного матеріалу використовують сталь Х12МФ та їх аналоги, після термічного відпалу. Тому, в якості вихідного матеріалу підкладки під покриття під час дослідження використовували сталь Х12МФ.

Сталь Х12МФ штампова сталь холодного деформування з підвищеним вмістом хрому і включеннями молібдену (ср.0,5%) і ванадію (ср.0,2%). Сталь Х12МФ має гарну теплостійкість та міцність, має високу прогартовку, закалку і зносостійкість. Також ця сталь технологічна, добре обробляється різанням і тиском, задовільно шліфується.

На рис. 1. наведено результати порівняльного аналізу схем обробки поверхні валу відцентрового насоса (сталь Х12МФ).

За результатами аналізу запропоновано додатково ввести наступні технологічні операції: струменево-абразивну обробку, алмазне вигладжування поверхні валу та застосування методу пароплазмового несення хрому, що в свою чергу призведе до зміцнення пар тертя відцентрових насосів.

Вплив технологічних операцій підготовки підкладки [2] на якість нанесення покриття на циліндричну переривчасту поверхню вала, показав, що найбільш раціональним є струменево-абразивна метод, який підвищує адгезію системи підкладка-покриття, оптимізує шорсткість і структуру вала. Як абразивний матеріал використовували сферичні гранули [3] ударостійкого сополімер стиролу.



Рисунок 1 - Схема підготовки поверхні валу відцентрового насоса (стал X12МФ):

а – базова технологія; *б* - рекомендована для нанесення хромового покриття.

Взаємодія гранул сополімер стиролу з поверхнею вала приводить до утворення довільного мікрорельєфу, зняття окисних плівок, що підвищує адгезію нанесеного покриття з утвореною основою.

Значення шорсткості поверхні вала, активованої струменево-абразивним методом під покриття, визначалося за допомогою безконтактного інтерференційного 3-D профілографа «Micron-alpha». Виробництва ТОВ «Мікрон-система» (Україна, Київ), який дозволяє реєструвати топографію поверхонь шляхом обробки послідовності інтерференційних даних (картин), що реєструються цифровою камерою при зміщенні опорного (еталонного зразка) дзеркала.

Традиційно контрольовані параметри шорсткості поверхні R_a та R_z не дають повної оцінки експлуатаційних властивостей, оскільки не відображають форму мікрорельєфу, що є надзвичайно важливим для забезпечення заданих експлуатаційних властивостей функціональних поверхонь валу.

У роботі було проаналізовано дванадцять профілограм з визначенням для кожного t_p , R_a , $Ш$. За отриманими даними побудовані графіки розподілу, відповідно за кожним параметром (рис. 2.).

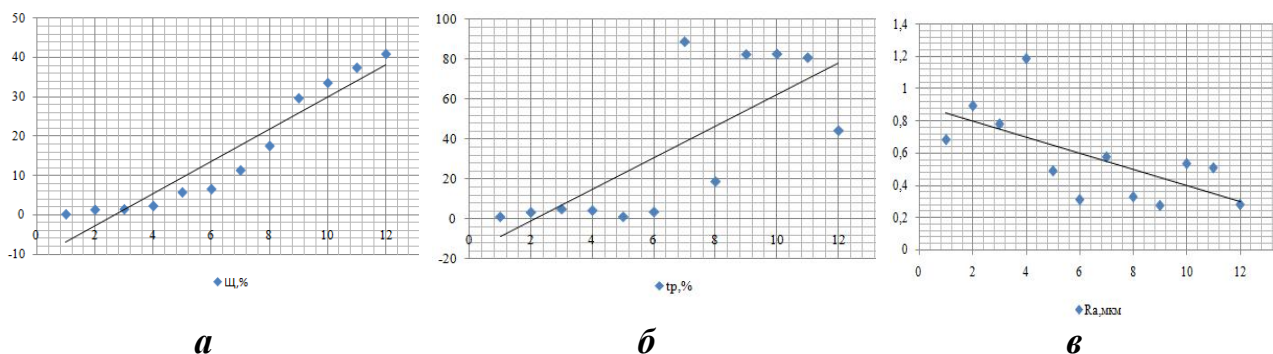


Рисунок 2 - Графіки розподілу:

а - щільності розподілу амплітуд ($Ш, \%$); *б* - відносної опорної довжини валу ($t_p, \%$); *в* - середнього арифметичного відхилення валу ($R_a, \text{мкм}$)

Результати алмазного вигладжування хромових покриттів порівнювалися з результатами отриманими після полірування, тому що цей метод оздоблювальної обробки найчастіше застосовується для хромованих деталей. Остаточна поліровка проводилася на установці пробопідготовки.

Вигладжування виконувалося на установці (схема наведена на рис. 3), в якості вигладжувача використовувався твердий індентор, виготовлений з технічного алмазу $R=5\text{мм}$.

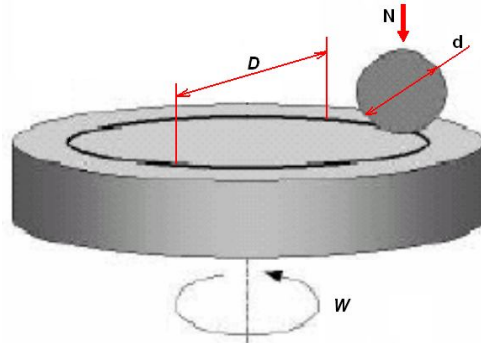


Рисунок 3 – Схема вигладжування дослідних зразків

Висновки:

1. Досліджено вплив покриттів, що наносяться на деталі гідроагрегатів на показники експлуатаційних характеристик цих деталей, а саме: - коли покриття було оброблено алмазним вигладжуванням спостерігається поява стискаючих напруг як в хромовому покритті, так і в підкладці; - коли покриття оброблено поліруванням спостерігається наявність напруг, що розтягують і в покритті і в підкладці; - в зразках, в яких покриття не оброблялося, спостерігається поява напруг, що розтягують.

2. На підставі отриманих результатів можна констатувати, що незалежно від методу обробки підкладки, хромування викликає появу напруг, що розтягують у верхньому шарі елементів, а також шляхом алмазного вигладжування покриттів можна змінити цей стан напруг на стискаючий.

Посилання

1. Мельничук П.П. Технологія машинобудування : підручник для студентів ВНЗ. /П.П. Мельничук, А.І. Боровик, П.А. Лінчевський, Ю.В. Петраков// В.о. Житомир. держ. технол. ун-т.– Житомир: ЖДТУ, 2005.– 882 с.
2. Shoji Noda. Metal-ceramic surface composites formed by a high energy ion irradiation and their mechanical properties. /Shoji Noda, Haruo Doi, Osami Kamigaito.//Radiat. Phys. Chem. – 1987. – Vol. 30, Iss 4. – P. 253-261.
3. Shoji Noda. Improvement for adhesion of thin metal films on ceramics by ion bombardment and application to metal-ceramic joining. /Shoji Noda, Haruo Doi et all. //Journal of materials science letters. – 1986. – Vol. 5. – P.381-383.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕГАЗАЦІЇ МЕТАЛУ В ОКИСНЮВАЛЬНИЙ ПЕРІОД ЕЛЕКТРОПЛАВКИ СТАЛІ МЕТОДАМИ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Студенти Н.В. Яковенко, Д.Є. Софієнко, А.О. Носик
Керівник - проф., канд. техн. наук А.П. Горобець
Національна металургійна академія України (НМетАУ)
Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ
м. Дніпро

Одним із завдань окиснювального періоду плавки є успішна дегазація металу. Теорія видалення газів впродовж окиснювального періоду розроблювалась рядом дослідників з метою отримання кількісних співвідношень між параметрами плавки і кінцевим вмістом газів у сталі та ступенем їх видалення. Проте більшість запропонованих формул справедливі лише для обмежених умов.

Фішер і Хоффман вважають, що швидкість поглинання газів розплавленою сталлю визначається швидкістю відводу їх атомів від поверхні шару вглиб металу шляхом дифузії та пропонують рівняння аналогічне виведеному раніше М.М.Чуйко [2]:

$$V_{\Gamma}'' = \frac{D_{\Gamma}}{\delta} * \frac{F}{v} ([\Gamma]_p - [\Gamma]), \quad (1)$$

де: δ – товщина дифузійного шару, см;

F – поверхня контакту газу й металу, см²;

v – обсяг розплавленого металу, см³;

D_{Γ} – коефіцієнт дифузії газів у шлаку, який залежить від в'язкості шлаку;

$[\Gamma]_p$ – рівноважна концентрація газу в металі, яка визначається формулою:

$$[\Gamma]_p = K_{\Gamma} \sqrt{p_{\Gamma}^{1+\alpha}} \quad (2);$$

$[\Gamma]$ – концентрація газу в металі.

Проте формула (1) придатна лише для випадку, коли метал не покритий шлаком і в ньому відсутні конвекційні потоки.

Для визначення вмісту газу в кінці окиснювального періоду в залежності від кількості випаленого вуглецю $[C]$ А.Д.Крамаров запропонував наступну формулу [3]:

$$A[C] = 0,43[\Gamma] + \frac{0,0015}{[\Gamma]} - 0,052 \quad (3)$$

При виведенні цих рівнянь зроблено припущення, що під час кипу сталь не насичується газами і в початку періоду метал має граничне насичення (для азоту ~ 0,045%, для водню ~ 32 см³/100 г).

Левін С.Л. і Явойський В.І. [1] вважають, що найбільший вплив на кінцевий вміст газів надає швидкість окиснення вуглецю й обсяг печі.

В найбільш загальному вигляді теорія поглинання і видалення газів розроблена М.М.Чуйко, який надає наступні формули для швидкості видалення (V_{Γ}') і поглинання (V_{Γ}'') газів [2]:

$$(V'_r) = 2,33 \frac{V_C}{K_r^2 * P_{CO}} * [r]^2 = K_{V_r} * [r]^2, \quad (4)$$

$$(V''_r) = \frac{D_r * h * F'_{вид.}}{d} * ([r]_p - [r]) = D'_r * ([r]_p - [r]), \quad (5)$$

$$V_r = V'_r - V''_r = K_{V_r} * [r]^2 = D'_r * ([r]_p - [r]) \quad (6)$$

Як випливає з формули (5), швидкість поглинання газу залежить, по-перше, від різниці між розчинністю газу в сталі при наданих умовах $[r]_p$ і його фактичному вмісту $[r]$; по-друге, від приведенного коефіцієнта дифузії через шлак D_r (який залежить від температури, складу і в'язкості шлаку), коефіцієнта розподілу газу між шлаком і металом h (який також залежить від температури і складу шлаку і металу), відносної питомої поверхні $P_{вид.}$ до товщини шлакового шару d (який залежить від концентрації й обсягу печі та від кількості шлаку), а також електричного режиму і складу газової фази печі. Коли збільшується обсяг печі зменшується $P_{вид.}$ і зростає d (при незмінній кількості шлаку), а отже, зменшується D'_r . Теоретичний розрахунок D'_r утруднений через відсутність точних значень D_r , h і d .

На процес дегазації металу впливають багато факторів (початкові та кінцеві концентрації газів у металі, кількості випаленого вуглецю, час кипу, швидкості випалення вуглецю та ін.), тому більшість наведених формул мають лімітований характер і справедливі лише для обмежених умов.

Була досліджена зміна концентрації водню й азоту в металі в окиснювальний період виплавки конструкційної сталі в 25-40-тонних печах.

Впродовж дослідних плавок параметри процесу коливались в середніх межах: $\Delta[C]=0,02-0,82\%$; $V_C=0,1-1,35\% \cdot \Delta[C]/\text{год.}$; $\tau=0,1-1,35$ год.; $[H]_{поч.}=3-10=3-11$ мл/100 г; $[H]_{кін.}=3-10$ мл/100 г; $[N]_{поч.}=0,002-0,017\%$; $[N]_{кін...}=0,0015-0,0195\%$.

У результаті статистичної обробки були отримані прямолінійні залежності кінцевого вмісту газів у металі при різних параметрах. Для визначення кінцевого вмісту азоту і водню отримані рівняння множинної регресії:

$$[H]_{кін.}=2,4873+0,4816[H]_{поч.}-1,3925\Delta[C]+1,3738*\tau-0,1027V_C \quad (7)$$

Коефіцієнт кореляції $R=0,54$; Критерій Фішера $F = 6,416$.

$$[N]_{кін...}=0,0035+0,706[N]_{поч.}-0,0102\Delta[C]+0,0011*\tau-0,0038V_C \quad (8)$$

Коефіцієнт кореляції $R=0,58$; Критерій Фішера $F = 7,119$.

Для прийняття цих рівнянь необхідно щоб критерій Фішера був більше критерія табличного $F_{табл.} = 1,318$, при рівні значимості 0,05 і числі ступенів свободи $n = 68$.

$$F_H > F_{табл.}; \quad 6,416 > 1,318.$$

$$F_N > F_{табл.}; \quad 7,119 > 1,318.$$

Отримані рівняння множинної регресії дозволили виявити і проаналізувати вплив різних факторів на кінцевий вміст газів у металі.

Вочевидь, що чим вище вміст азоту й водню на початку кипу, тим більше тривалість продування, чим нижче швидкість випалювання і кількість

випаленого вуглецю, тим вище вміст цих газів при кінці кипу. Особливо це помітно для водню. Ступінь впливу кількості випаленого вуглецю на кінцевий вміст газу в металі для водню і азоту приблизно однаковий.

Згідно технологічним інструкціям різних підприємств для середньо- і низьковуглецевої сталі передбачається в окиснювальний період плавки випалювання 0,2-0,3% вуглецю при тривалості кипу 0,50-1,25 години й швидкості вигорання вуглецю 0,4-2,0% ΔC /год. Такому інтервалу $\Delta[C]$, τ і V_C відповідає зниження вмісту:

водню – з 10,0-8,0 мл/100 г до 7,0 мл/100 г;

азоту – з 0,011-0,005% до 0,004%.

тобто передбачені заводськими технологічними інструкціями режим окиснювального періоду забезпечує відносно гарну дегазацію металу по азоту, чого не можна казати про видалення водню. Це пояснюється впливом вологи окиснювачів і шлакоутворюючих, які задають у піч і ін. Для успішної дегазації металу по водню необхідно випалити вуглець 0,5-1,0%, при тривалості кипу 0,2-0,7 годин і швидкості вигорання вуглецю 1,5-2,5% ΔC /год. Цей режим окиснювального періоду відповідає зниженню вмісту:

водню – з 8,0-6,0 мл/100 г до 5,0 мл/100 г;

азоту – з 0,015% до 0,004% і навіть до 0,002%

Висновки

1. Обробка результатів промислових плавок методом множинної кореляції дозволила вивести рівняння для визначення параметрів окиснювального періоду, які необхідні для отримання заданого ступеня дегазації.
2. Для успішної дегазації металу по водню й азоту необхідно випалити 0,5-1,0% вуглецю при тривалості кипу 0,2-0,7 годин і швидкості вигорання вуглецю 1,5-2,5% ΔC /год. Цей режим окиснювального періоду відповідає зниженню вмісту:

водню – з 8,0-6,0 мл/100 г до 5,0 мл/100 г;

азоту – з 0,015% до 0,004% і навіть до 0,002%

Отримати більш низький вміст водню важко.

Посилання

1. Явойский В.И. Теория процессов производства стали / В.И. Явойский // М.: Металлургия, 1967. – 792 с.
2. Чуйко Н.М. Теория и технология электроплавки стали / Н.М.Чуйко, А.Н.Чуйко // Киев. Донецк: Головное издательство, 1983. – 248 с.
3. Крамаров А.Д. Производство стали в электропечах / А.Д.Крамаров // М.: Металлургия, 1964. 440 с.

СЕКЦІЯ 2

**«ЕКОНОМІКА, УПРАВЛІННЯ,
МЕНЕДЖМЕНТ.
МУНІЦИПАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО»**

Модератор

О.Л. ФАІЗОВА

канд. екон. наук, доцент

WORKSHOP 2

**«ECONOMICS, ADMINISTRATION,
MANAGEMENT. MUNICIPAL ECONOMY »**

Moderator

Olga FAIZOVA

PhD (Econ.), Assoc. Prof.

ПРОБЛЕМИ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ МОТИВАЦІЇ ПРАЦІ НА МЕТАЛУРГІЙНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Студентка Н.Ю. Багматенко

Керівник – ст. викладач В.І. Гуцалова

Національна металургійна академія України (НМетАУ)

Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ

м. Дніпро

Економічною наукою доведено, що за сучасних умов господарювання прогрес забезпечує людина та її мотивація. Аксиомою вже стало визнання того, що ефективність праці за інших однакових умов визначається особистим ставленням людини до праці, її мотиваційними настановами та трудовою поведінкою. Аналіз сучасних моделей мотивації і використання їх в практичній діяльності сприятиме досягненню цілей будь-якої організації. В умовах соціально-економічного розвитку, що склалися в Україні, неефективне використання людських ресурсів, від яких значною мірою залежить зростання вітчизняної економіки, підвищення добробуту та якості життя громадян, призводить до зниження продуктивності праці, відсутності відповідного прибутку, скорочення бюджету й ВВП.

Ефективність трудової діяльності залежить від мотивації. Мотивація - це сукупність внутрішніх і зовнішніх рушійних сил, що спонукають людину, задають межі й форми діяльності, надають їй спрямованості, орієнтованої на досягнення визначеної мети [1]. Вплив мотивації на поведінку людини залежить від багатьох чинників. Мотивація може бути сильною і слабкою, може змінюватися під впливом діяльності людини, що й зумовлює зміну її поведінки у процесі роботи.

Види мотивації класифікуються за кількома головними ознаками. Залежно від основних груп потреб виділяють матеріальну, трудову і статусну мотивації. Матеріальна мотивація — це прагнення достатку, вищого рівня життя. Трудова мотивація залежить від змісту, умов, режиму роботи, організації трудового процесу. Статусна мотивація є внутрішньою рушійною причиною прагнення людини обійняти вищу посаду, виконувати складнішу і відповідальнішу роботу, працювати у престижних, соціально важливих сферах організації. Всі ці види мотивації в сукупності повинні вдало поєднуватись. Тільки в такому випадку мотиваційні процеси сприятимуть підвищенню ефективності використання людського потенціалу на будь-якому рівні його діяльності.

Система мотивації на виробничому підприємстві має базуватися на певних вимогах, а саме:

- надання однакових можливостей щодо зайнятості та посадового просування за критерієм результативності праці;
- узгодження рівня оплати праці з її результатами та визнання особистого внеску в загальний успіх;

- створення належних умов для захисту здоров'я, безпеки праці та добробуту всіх працівників;

- забезпечення можливостей для зростання професійної майстерності, реалізації здібностей працівників, тобто створення програм навчання, підвищення кваліфікації та перекваліфікації;

- підтримка в колективі атмосфери довіри, зацікавленості в реалізації загальної мети, можливості двосторонньої комунікації між керівниками та робітниками.

Одним з елементів мотиваційного процесу є мотиви діяльності. Мотиви - переважно усвідомлювані спонукання особистості до діяльності, які пов'язані із задоволенням певних потреб; причини дій і вчинків людини [2].

На промисловому підприємстві АТ «Нікопольський завод феросплавів» досить продумана система стимулювання працівників. Вона спрямована як на працівників, які тільки-но прийняті на роботу, так і на робітників, які мають певний стаж роботи. Також передбачені методи мотивації, які розраховані на жінок та молодь; заохочуються колективи та окремі працівники. На підприємстві турбуються про пенсіонерів - ветеранів заводу, тим самим мотивуючи працюючих створювати робочі династії.

Однак, незважаючи на різноманітні мотиваційні методи, плинність кадрів на підприємстві досить велика. Заробітна плата в АТ НЗФ не може конкурувати з європейськими заробітками. Відповідно до колективного договору один раз на квартал менеджери підприємства повинні проводити аналіз зростання споживчих цін і рівня заробітної плати. Проводити індексацію грошових доходів працівників на умовах, визначених Законом України «Про індексацію грошових доходів населення» та звітувати перед трудовим колективом через засоби масової інформації. На жаль, така індексація не проводиться. Профспілковий комітет не відстоює права трудового колективу, а замовчує неправомірні дії адміністрації заводу.

З метою удосконалення мотивації праці на АТ НЗФ кадрові управлінці освоюють нові способи стимулювання. У хід йде не тільки класичне економічне мотивування у вигляді грошових бонусів і високих зарплат, а й нееконімічні способи стимулювання. Тому доречно запровадити наступні заходи:

1. Відповідно до Колективного договору АТ НЗФ вчасно проводити індексацію грошових доходів працівників. Виконання даної рекомендації посилить довіру працівників до керівництва заводу та впевненість в тому, що прийняті нормативні документи на підприємстві є дієвими, а не номінальними.

2. Мотивування тоді приносить результати, коли підлегли відчують визнання свого внеску в результати роботи, мають заслужений статус. Участь в престижних конгресах, функція представника на важливих переговорах, поїздка за кордон; неординарне позначення посади - все це підкреслює положення співробітника в очах колег і сторонніх осіб.

3. Несподівані, непередбачувані і нерегулярні заохочення мотивують краще, ніж прогнозовані, коли вони практично стають незмінною частиною заробітної плати.

4. Позитивне підкріплення результативніше негативного. Підкріплення має бути невідкладним, що виражається в негайній і справедливій реакції на дії співробітників. Вони починають усвідомлювати, що їх неординарні досягнення не тільки помічаються, але і відчутно винагороджуються. Виконану роботу і несподіване винагородження не повинен розділяти занадто великий проміжок часу; чим більше часовий інтервал, тим менше ефект. Заохочення керівника повинно втілюватися в житті, а не залишатися в вигляді обіцянок.

5. Удосконалення системи організації праці та управління. Поліпшення координації та взаємодії між співробітниками організації, правильний розподіл службових обов'язків, чітка система просування по службі, затвердження духу взаємодопомоги і підтримки, вдосконалення відносин між керівниками і підлеглими - все це сприяє підвищенню ефективності, продуктивності та мотивації праці.

6. Напрямами активізації використання нематеріальних чинників для підвищення лояльності та мотивації персоналу організацій можуть стати: підтримка сприятливого психологічного клімату в колективі; розвиток системи управління конфліктами; формування і розвиток організаційної культури; формування у співробітників почуття справедливості, побудови ефективних систем зворотного зв'язку; а також поширення серед співробітників ефективних систем оцінки діяльності.

7. Посилити відкритість управлінських рішень: проінформувати персонал про ситуацію на підприємстві, що призведе до мобілізації персоналу для продуктивної роботи, самовіддачі, а також впевненості кожного у важливості його ролі; інформувати про перші успіхи, що забезпечить встановлення зв'язку між докладеними зусиллями та результатами.

8. Запровадити концепція партисипативного управління: кожна людина - це особистість. Вона керується не тільки і не стільки прагненням до задоволення первинних потреб (фізіологічних, безпеки), скільки намаганням задовольнити потреби вищого порядку. Зокрема, людина відчуває потребу брати участь у прийнятті управлінських рішень, повсякденному житті організації, визначенні перспектив її розвитку.

9. Визначити цілі, що забезпечать безперервність процесу мотивації.

10. Цікавим способом удосконалення мотивації праці є мотивація вільним часом або модульна система компенсації вільним часом. Її особливість полягає в тому, що розходження в навантаженні працівників, які обумовлені роботою в різний час доби і дні тижня, компенсуються безпосередньо наданням вільного часу, а не грошовими надбавками, як це прийнято в традиційній системі.

Менеджери підприємства повинні усвідомлювати, що з кожним днем система мотивації праці не просто удосконалюється, але й розвивається,

використовуючи при цьому все нові напрямки. Запровадження рекомендованих заходів дозволить знизити плинність кадрів, посилити відповідальність працівників за виконання виробничих завдань, поліпшити взаємодію менеджерів з підлеглим персоналом.

Висновки

1. Сучасна система управління персоналом базується на тому, що люди є найважливішим економічним ресурсом підприємства, джерелом його прибутків, конкурентоспроможності. Мотивація виступає одним із основних чинників, які безпосередньо впливають на рівень і обсяг виробництва, результативність роботи, конкурентоспроможність підприємства на ринку.

2. Проведене дослідження показало, що в АТ НЗФ запроваджено розгалужену систему методів мотивації працівників. Завдяки реалізації запропонованих заходів щодо удосконалення системи мотивації на АТ НЗФ може бути досягнуте покращення економічних та фінансових результатів господарської діяльності, створення комфортних умов праці.

Посилання

1. Ведерніков М.Д. Доцільність застосування зарубіжного досвіду мотивації персоналу на українських підприємствах / М.Д. Ведерніков, М.І. Зелена // Вісник Хмельницького національного університету. - 2013. - №5.
2. Карлова О.А. Основи менеджменту. навчальний посібник. Харків: ХНМАГ, 2008.
3. Крушельницька О.В. Управління персоналом: навчальний посібник. Видання друге, перероблене й доповнене / О.В. Крушельницька, Д.П.Мельничук. – К. : «Кондор», 2005.
4. Лещенко Л. О. Мотивація праці як фактор підвищення прибутковості виробництва / Л. О. Лещенко // Ефективна економіка. – 2016. –№4.

СТАРТОВА ОЦІНКА БІЗНЕСУ ЯК ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП ІНТЕГРАЦІЇ ВАРТІСНО ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМУ МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА

Студент А.Л. Беляєв

Керівник - доц., канд. екон. наук О.Л. Фаїзова

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Управління вартістю – це багатомірне поняття, що включає три основні компоненти, а саме: процес створення вартості, безпосередньо управління, орієнтоване на вартість, та вимірювання вартості [1, с. 83; 2, с. 23; 3, с. 272; 4, с. 252].

Базою дослідження є фінансово-господарська діяльність ТОВ «Автоформула Центр», яке здійснює поставки електротехнічного обладнання, запасних частин і комплектуючих для силових трансформаторів на підприємства енергетики.

Аналіз моделі управління та оцінки ефективності підприємства в умовах ТОВ «Автоформула центр» показав, що використовується традиційна фінансова модель управління, а для оцінювання ефективності діяльності використовуються показники чистого прибутку або ж рентабельності, що розраховані на базі прибутку. Вартісні показники на досліджуваному підприємстві не розраховуються, оцінка інвестицій не проводиться в принципі.

Як показав аналіз, найвагомішою внутрішньою причиною гальмування впровадження вартісно орієнтованого управління в умовах досліджуваного підприємства є небажання власників і менеджменту ризикувати з погляду на негативні зовнішні впливи і повністю змінювати систему управління. Також має місце необізнаність та фінансова неграмотність.

Порівняльний аналіз переваг та недоліків традиційної та вартісно орієнтованої моделі управління дає підстави запропонувати впровадження останньої в умовах досліджуваного підприємства. Її інтеграція у систему управління підприємством – це не одномоментний процес, передбачає поетапне впровадження упродовж 2-3 років та зусилля менеджменту підприємства щодо здійснення підготовчого процесу. Одним з основних заходів цього підготовчого етапу є стартова оцінка вартості підприємства.

Для оцінки вартості ТОВ «Автоформула центр» обраний дохідний підхід, що реалізується за допомогою застосування методу дисконтування грошових потоків [5]. Він найбільш повно відображає ринкові позиції підприємства, особливо у випадку, коли воно стає об'єктом угоди купівлі-продажу.

Розрахунок вартості підприємства методом дисконтування грошових потоків заснований на припущенні, що потенційний інвестор не готовий вкладати в придбання підприємства суму, що перевищує поточну вартість майбутніх доходів, які це підприємство може згенерувати у найближчому горизонті планування та інвестування. Інвестора цікавить потік майбутніх доходів, який повинен дозволити йому окупити вкладені кошти і отримати прибуток від цієї угоди. З іншого боку, власник не мотивований до продажу своєї компанії за нижчою ціною. Теоретично це означає, що в ході перемовин сторони прийдуть до угоди про ринкову ціну, яка дорівнює поточній вартості.

Для цілей оцінки обраний безборговий грошовий потік, що розраховується як сума чистого прибутку до сплати відсотків і податків (ЕВІТ), амортизаційних відрахувань, приросту власного капіталу. В даному випадку амортизаційні відрахування додаються до прибутку як негрошовий елемент витрат, включення якого до складу витрат підприємства не пов'язано з відтоком грошових коштів. При розрахунку безборгового грошового потоку також відраховують капітальні вкладення, здійснення яких пов'язане з відтоком грошових коштів. Приріст власного оборотного капіталу необхідний для розширення основної діяльності, придбання оборотних активів підприємства і вимагає відтоку грошових коштів. А під приростом власного оборотного капіталу розуміється збільшення тих його елементів, з якими пов'язані власні оборотні засоби і спрямовані на їх поповнення грошові кошти.

Одним із принципів моментів, що впливають на результати розрахунку вартості підприємства із застосуванням методу дисконтування грошових потоків, є тривалість прогнозного періоду, тобто горизонт прогнозування. Традиційно в якості прогнозного періоду береться період, протягом якого темпи зростання компанії стабілізуються. Як показує практика, в прозорих ринкових умовах на стабільному ринку такий період зазвичай коливається в діапазоні від 5 до 10 років. Однак в країнах, які переживають тривалі економічні трансформації, яким властиві більш високий рівень невизначеності й ризиків, а ринкова кон'юнктура нестабільна, необхідні терміни окупності інвестиційних проектів і будь-яких фінансових вкладень скорочуються. З огляду на те, що ТОВ «Автоформула центр» працює у відносно стабільному секторі економіки, доцільно орієнтуватися на прогнозний період в 4 роки. Спираючись на ретроспективний аналіз результатів фінансово-господарської діяльності ТОВ «Автоформула центр» і прогнозний розрахунок валової виручки і витрат за основними видами діяльності, здійснений розрахунок ринкової вартості підприємства дохідним методом, результати якого наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунку ринкової вартості ТОВ «Автоформула центр» дохідним методом

Показники	Прогнозні періоди			
	2020	2021	2022	2023
Виручка від реалізації, тис. грн.	11691,44	12042,16	12162,59	12332,19
Собівартість реалізації, тис. грн.	1113,20	1191,10	1193,70	1197,10
Валовий прибуток, тис. грн.	10578,24	10851,06	10969,89	11135,09
Управлінські витрати, тис. грн.	959,59	995,52	995,52	998,52
Прибуток до сплати процентів і податків (ЕВІТ), тис. грн.	9618,65	9855,54	9974,37	10136,57
Чистий прибуток, тис. грн.	7887,29	8081,54	8178,98	8311,99
Амортизація, тис. грн.	752	768	800	880
Грошовий потік, тис. грн.	8639,29	8849,54	8978,98	9191,99
Ставка дисконтування, г	0,16	0,16	0,16	0,16
Множник дисконтування(= 1/1n)	0,86207	0,74316	0,64066	0,55229
Дисконтований грошовий потік, тис. грн.	7447,67	6576,62	5752,47	5076,64
Накопичений дисконтований грошовий потік, тис. грн.	24853,40			
Залишкова вартість підприємства, тис. грн	91919,90			
Поточна (приведена) залишкова вартість підприємства, тис. грн.	$91919,90 \times 0,55229 = 50766,44$			
Ринкова вартість підприємства, тис. грн.	75619,84			
Надлишок власного оборотного капіталу, тис. грн.	9597,50			
Надлишкові активи, тис. грн.	0			
Скоригована ринкова вартість підприємства, тис. грн.	85217,34			

Ринкова вартість підприємства методом дисконтування грошових потоків визначається як добуток сумарного дисконтованого грошового потоку та дисконтованої залишкової вартості підприємства на момент закінчення прогнозного періоду [6].

Найчастіше для розрахунку залишкової вартості оцінюваного бізнесу застосовують модель Гордона, формула якої:

$$ЗВ = ГП_n : (r - q), \quad (1)$$

де ГП_n – величина грошового потоку останнього (n-го) року прогнозного періоду; r – ставка дисконту; q – стабільні довгострокові темпи зростання грошових потоків в постпрогнозованому періоді, які для досліджуваного підприємства його менеджментом оцінюються на рівні 6%.

Для визначення остаточної ринкової вартості підприємства необхідно внесення підсумкових поправок, пов'язаних з величиною надлишку власного оборотного капіталу та нефункціонуючих надлишкових активів, що не враховуються у формуванні грошового потоку. Відповідно скоригована ринкова вартість ТОВ «Автоформула центр» з урахуванням обраного чотирирічного прогнозного періоду складатиме 85 млн. 217 тис. грн. на поточну дату.

Висновки

1. Отже, стартова оцінка вартості бізнесу є реальним кроком просування від ідеї до чітких кількісних параметрів і нормативів, відправною точкою інтеграції вартісно орієнтованого управління в систему менеджменту підприємства.

2. Впровадження системи вартісного управління в існуючу модель управління підприємством неможливе без підготовлених кадрів, здатних, як самостійно виконувати розрахунки в межах вартісно орієнтованих методик, так і своєчасно доводити оперативну інформацію до відповідних керівних ланок структури управління.

Посилання

1. Кульбач Ю. О. Механізм управління вартістю підприємства / Ю. О. Кульбач // Інвестиції: практика та досвід . – № 23.– 2017. – С.82-86.
2. Мендрул О.Г. Управління вартістю підприємств : [монографія] / О.Г. Мендрул. – К. : КНЕУ. – 2002. – 272 с.
3. Момот Т.В. Модель вартісно-орієнтованої корпоративної стратегії як інструмент забезпечення реалізації стратегії економічного розвитку акціонерного товариства / Т.В. Момот // Наук. вісник Полтавського НТУ ім. Юрія Кондратюка. Серія «Економіка і регіон». – 2005. – № 4 (7). – С. 158-163.
4. Сотніков А.В. Еволюція концепції вартісно-орієнтованого управління / А.В. Сотніков // Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку: збірник наук. праць. – Львів, 2011. – С. 252-257.
5. Оценка бизнеса / Под ред. Грязновой А. Г., Федотовой М. А.– М.: Финансы и статистика. – 2004.– 625 с.
6. Діагностика фінансової кризи на підприємстві. Розробка плану антикризових (санаційних) заходів. Вихідні дані і методичні рекомендації до виконання індивідуального розрахункового завдання з дисципліни «Управління фінансовою санацією та банкрутством підприємств»/Л.Г. Соляник. – Д.: НГУ. – 2013. – 36 с.

УТОЧНЕННЯ ПОНЯТТЯ «МЕНЕДЖМЕНТ» ДЛЯ ЮРИДИЧНОЇ СЛУЖБИ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*Аспірант В.Ю. Василевич, студент (курсант) І.І. Іванов
Керівник – докт. наук з держ. упр., проф. В.І. Токарева
Донецький державний університет управління, м. Маріуполь, Україна*

В умовах ринкової економіки менеджмент в державних організаціях, фінансово-господарська діяльність яких здійснюється на основі кошторису доходів і видатків та надходжень від проведення господарських і фінансових операцій, необхідних для виконання завдань, передбачених їх установчими документами [1], має два оновлених напрямків розвитку: пошлявлення дій виконавців та підвищення ролі особистості в управлінні.

Сучасні вчені вважають, що державні та публічні організації повинні використовувати принципи і методи менеджменту, якщо вони хочуть досягнути поставлених цілей з мінімальними затратами і максимальною ефективністю [2]. Управління здійснюється на засадах менеджменту [3]. Перед керівниками державних установ і організацій постає завдання формувати сучасну систему менеджменту, яка базувалась б на використанні новітніх технологій і дозволяла ефективно використовувати ресурси організації [4].

О.Ю. Оболенський зазначає, що існує окрема категорія менеджменту у сфері державного управління: «це спосіб спілкування с людьми; влада та мистецтво управління; уміння особливого виду і адміністративні навички; орган управління, адміністративна одиниця; інтеграційний процес, за допомогою якого професійно підготовлені спеціалісти формують організації й управляють ними шляхом встановлення цілей і розробки способів їх досягання. Це сукупність процесів планування, організації, мотивації і контролю, спрямовані на те, щоб сформувати і досягти цілі організації через інших людей. Розглядається як форма практичної діяльності, що пов'язана з процесом прийняття рішень щодо найкращого використання ресурсів з метою досягнення запланованих завдань, що забезпечують постійний розвиток організації» [5].

Управління освітою – це цілеспрямована зміна її стану. Управлінські дії спрямовані на досягнення стратегічних пріоритетних цілей функціонування та розвитку освіти. Сучасними освітніми пріоритетами визнано: збільшення охоплення населення освітою; забезпечення освіти протягом життя; рівний доступ до якісної освіти; посилення ролі держави в гарантуванні справедливості в здобутті освіти; гуманізація та демократизація світу; підвищення професійної компетентності викладачів; становлень державно-громадського управління освітою; поширення інформації про якість освітніх послуг; ефективне та результативне використання видатків на освіту [6].

В.С. Лазарев, який розглядає управління окремими підсистемами в системі освіти, вважає, що «управління школою ... це особлива діяльність, в

якій її суть за допомогою планування, організації, керівництва і контролю забезпечують організованість (інтегрованість) спільної взаємодії учнів, педагогів, батьків, персоналу, що обслуговує, і її спрямованість на досягнення освітніх цілей і цілей розвитку школи» [7].

В процесі управління заклади вищої освіти є об'єктами державного управління та підпорядковуються саме вищим органам державного управління. Системний аналіз дозволяє розглядати державне управління закладами вищої освіти як взаємозв'язок кількох згрупованих за різними ознаками складових, а саме: стратегічне управління, державне регулювання та адміністративне управління [8].

Стратегічне управління закладами вищої освіти – це теоретична діяльність вищих керівних кадрів освіти, центральних органів управління освітою, спрямована на вироблення стратегії розвитку освітньої галузі, її окремих підсистем [9]. Стратегічне управління здійснює Верховна Рада України, яка визначає державну політику та приймає відповідні нормативно-правові акти, та Президент, який формує стратегію соціально-економічного розвитку держави.

Державне регулювання діяльності закладів вищої освіти – це комплекс заходів держави, спрямованих на досягнення останніми поставлених органами державної влади цілей. Тобто, державне регулювання можна розглядати як інструмент реалізації державної освітньої політики через регламентацію, прогнозування, стимулювання та контроль за діяльністю закладів вищої освіти [10]. Адміністративне управління закладами вищої освіти здійснюють центральні та місцеві органи державного управління, які організують, регулюють та координують їх діяльність шляхом застосування державно-владних повноважень.

Держава також делегувала частину своїх повноважень закладам вищої освіти, надав останнім самостійність або певну автономію у прийнятті рішень стосовно своєї діяльності. Тому, наряду з діючою законодавчою базою існує також й локальна або внутрішня база нормативно-правових актів, які приймаються безпосередньо самим закладом вищої освіти.

Таким чином, виходячи із самої сутності освіти, її завдань та напрямків, менеджмент в освітянській сфері складається із визначення цілей, повноважень усіх її суб'єктів та спрямованість управлінських дій на досягнення результату і подальшого розвитку освіти. Об'єктом вивчення менеджменту в освітянській сфері є сам процес управління діяльністю закладів освіти, у нашому випадку – вищої, а суб'єктами вивчення менеджменту – працівники, їх професійна діяльність.

Більш точно поняття менеджменту в освіті надано Л.І. Даниленко, яка вважає, що останній є складовою загального менеджменту за професійною ознакою і характеризується впливом суб'єкта управління (керівник закладу) чи установи освіти) на об'єкт управління (навчально-виховний та управлінські процеси, які здійснюються в закладах (установах) освіти, що знаходяться в стані професійного розвитку), у результаті якого відбувається

якісна міна об'єкта управління і підвищується рівень його конкурентоспроможності на ринку освітніх послуг [6].

В умовах побудови правової держави, якою є Україна, зростає роль юридичних служб, виконуючих завдання щодо забезпечення законності – режиму суспільно-політичного життя, який заснований на правовому характері його організації і виражається у вимозі точного, строгого і неухильного дотримання і виконання чинних правових актів усіма суб'єктами права.

Держава надає юридичній службі особливу державну функцію: за допомогою юридичної служби держава контролює додержання законності та державної дисципліни в процесі діяльності підприємств, установ та організацій. Це пояснюється визначення порядку організації і правового положення юридичної служби в централізованому порядку.

Розглянемо саме поняття «юридична служба». На думку І.М. Проценко та В.П. Нагребельного, юридична служба – це професійна діяльність з практичного застосування законодавства та юридичного обслуговування діяльності органів державної влади і місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій та інших суб'єктів права державного і недержавного секторів економіки країни [11].

Таким чином, юридична служба – це ведучий спеціалізований правовій підрозділ підприємства, основний провідник та регулятор правової роботи, який здійснює свою спільну діяльність з іншими структурними підрозділами – суб'єктами правової роботи, спрямовану на забезпечення законності, правопорядку, належну реалізацію положень інших правових норм. Управління юридичною службою – це нова, але вже затребувана професійна робота, яка стоїть на стику юриспруденції і менеджменту.

Як слушно зазначила Л.С. Шевченко, юридичний менеджмент – це система управлінських відносин і дій, які базуються на знанні та дотриманні управителями норма права, регламентуються чинним законодавством, а в середині організації – посадовими інструкціями з чітким визначенням та оптимальним розподілом юридичних прав та обов'язків менеджерів. Це юридично внормована управлінська діяльність у будь-якій сфері господарювання [12].

Проаналізувавши засади Закону України «Про вищу освіту», нормативно-правові акти з питань правової роботи та діяльності юридичної служби, можемо зробити висновок, що під правовою роботою в закладах вищої освіти, регулятором якої є юридична служба, ми розуміємо:

- діяльність із використанням усіх правових заходів, направлену на реалізацію законними способами мети діяльності закладу вищої освіти, у тому числі й захист його безпеки;
- комплекс заходів правотворчого, правозастосовного, правоохоронного характеру, які направлені на формування зв'язків між учасниками освітнього процесу в закладі вищої освіти, між закладом вищої освіти та державними органами, між закладами вищої освіти;

- правова охорона науково-технічних розробок, залучення інвестицій та розвиток співробітництва з науковими підприємствами та організаціями для їх втілення;

- захист прав та інтересів закладу вищої освіти в органах державної влади та управління, у судових, правоохоронних органах тощо.

Юридичному менеджменту в закладах вищої освіти притаманні засади діяльності юридичної служби, як основного регулятора правової роботи, та основні функції загального менеджменту – сукупність методів, засобів і способів управління сучасними юридичними особами, їх структурними підрозділами та працівниками з метою підвищення ефективності роботи, тому, менеджмент юридичної служби в закладах освіти розглядається з теоретичних засад загального менеджменту.

Враховуючи специфіку роботи закладу вищої освіти, з урахуванням понять юридичної служби та напрямків її роботи, які закріплені в Загальному положенні про юридичну службу міністерства, іншого органу виконавчої влади, державного підприємства, установи та організації, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 26.11.2008 року № 1040 [13], юридичний менеджер виконує наступні функції:

- оцінює якість роботи юридичної служби;
- оптимізує та підвищує якість роботи юридичних служб;
- приймає оптимальне рішення в галузі управління юридичними ризиками;
- працює з юридичною документацією;
- володіє спеціальними знаннями та навичками в організації правової роботи юридичної особи та ін.

Тобто, менеджмент юридичної служби в закладах вищої освіти – це процес планування, організації, мотивації та контролю, необхідний для формування та досягнення цілей організації (у нашому випадку – закладів вищої освіти) з урахуванням напрямків правової роботи.

Таким чином, під поняттям менеджменту юридичної служби в закладах вищої освіти слід вважати діяльність юридичної служби з втілення основних функцій загального менеджменту, а саме планування, організації, мотивації і контролю, процеси прийняття рішень, які приймаються менеджерами-юристами для досягнення певних цілей, та вирішення поставлених задач перед юридичною службою в умовах автономії закладу вищої освіти.

Посилання

1. Зятковський І.В. Фінансова діяльність суб'єктів господарювання : навч. посіб. / І.В. Зятковський. – Тернопіль : Екон. Думка, 2003. – 356 с.
2. Будзан Б. Менеджмент в Україні : сучасність і перспективи / Б. Будзан. – К. : Вид-во Соломії Павличко «Основи», 2001. – 349 с.
3. Мельник А. Ф. Менеджмент державних установ і організацій [Текст] : навчальний посібник / А.Ф. Мельник, А.Ю. Васіна, Н.М. Кривокульська. - К. : Професіонал, 2006. – 464 с.
4. Сенкевич Д. Тенденції розвитку менеджменту та економічна сутність функцій

- менеджменту в галузі освіти / Д. Сенкевич // Молодь і ринок. – 2014. - № 2. С. 135-140.
5. Державне управління та державна служба : словник – довідник / уклад. О.Ю. Оболенський. – К. : КНЕУ, 2005. – 480 с.
 6. Даниленко Л. І. Менеджмент в освіті / Л. І. Даниленко // Енциклопедія освіти / [головний ред. В. Г. Кремень]. – К. : Хрінком Інтер, 2008. – 1036 с.
 7. Лазарев В.С., Афанасьєва Т.П., Пуденко Т.И., Елисеєва И.А. Руководство педагогическим коллективом: модели и методы. / Под ред. В.С. Лазарева. - М., 1995. – 158 с.
 8. Крисюк С.В. Державне управління освітою : навч. посіб. / С.В. Крисюк. – К. : НАДУ, 2009. – 229 с.
 9. Федорчак О. В. Класифікація механізмів державного управління [Електронний ресурс] / О. В. Федорчак // Демократичне врядування : зб. наук. пр. – Львів : ЛРІДУ НАДУ, 2008. – Вип. 1. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/DeVr/2008-01/O_Fedorchak.pdf
 10. Шевченко В. Удосконалення організаційного механізму державного управління вищими навчальними закладами України // Державне управління та місцеве самоврядування. Збірник наукових праць. – Вип. 1 (8) /2011. Режим доступу : [http://www.dbuara.dp.ua/vidavnictvo/2011/2011_01\(8\)/11svmnzu.pdf](http://www.dbuara.dp.ua/vidavnictvo/2011/2011_01(8)/11svmnzu.pdf).
 11. Юридична служба // Юридична енциклопедія : у 6 т./ (редкол.: Ю.С. Шемшученко (відп. ред.) та ін.) – К. : «Українська енциклопедія» імені М.П. Бажана, 2004. – Т. 6. – С. 476.
 12. Шевченко Л.С. Інноваційні інструменти юридичного менеджменту // Право та інновації : науково-практичний журнал / Нац. акад. правових наук України ; Н.-д. ін-т правового забезпеч. інновац. розвитку ; редкол.: С.В. Глібко, Г.В. Анісімова, В.Ю. Уркевич [та ін.]. – Харків, 2018. – № 1 (21). – С. 19-24.
 13. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.11.2008 року № 1040 «Про затвердження Загального положення про юридичну службу міністерства, іншого органу виконавчої влади, державного підприємства, установи та організації» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/1040-2008-п>

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОНЯТИЮ «РЫНОК»

Магістранты В.Е. Редька, Т.Д. Хомова

Руководитель - доц., канд. ист. наук А.А. Кузнецов

Національна металургійна академія України (НМетАУ)

Институт интегрированных форм обучения НМетАУ

г. Днепр

В мировой экономической науке на рубеже XX–XXI ст. выделились и сформировались новые научные концепции и направления, которые прежде всего связаны с трансформационными преобразованиями в странах мира. Перед научной элитой стала необходимость изучения и научной

інтерпретації тих риночних процесів, які поступово наповняли економіку України.

Постановка проблеми. Необхідність теоретических розробок перехідного періоду початку ХХІ ст. пов'язано з тим, що проблеми, що стоять перед молодими демократическими країнами, в тому числі і перед Україною, в значительній степені унікальні. Западноевропейська і американська ж наука, оказалось, в більшості своем мало підходила для їх рішення. Це визначалося і визначається тими проблемами, які стоять перед ведущими мировими державами: досягнення стійкого економічного розвитку і ослаблення негативних явищ (безробіття, інфляція, сповільнення темпів зростання), проблема збалансованості окремих галузей, екологіческіе проблеми і інше. Однак, серед цих питань немає першостепенної задачі для молодих демократических, постсоціалістических держав – створення ринкової економіки з неринкової або точніше, з в основному неринкової, що оказує значительное, визначающее вплив і на методологію.

Актуальность теми исследования. В последние годы в связи с переходом экономики страны к рыночным отношениям, в исследовании методологических подходов в понимании понятия “рынок”, использование маркетинговых исследований в развитии рынка является важнейшим условием его успешного функционирования. Кроме этого, об актуальности проблемы говорит тот факт, что специалисты аналитического департамента компании Pro-Consulting ежегодно выполняют задания по подготовке аналитического продукта - эксклюзивного анализа рынка, в соответствии с пожеланиями заказчика и международными стандартами проведения исследований рынков (ESOMAR). С 2005 г., являясь полномочным и постоянным членом Украинской Ассоциации Маркетинга, нами за 15 лет работы аналитиками компании подготовлено свыше 1200 аналитических и маркетинговых исследований по различным рыночным направлениям.

Анализ научных исследований и публикаций. Научный анализ публикаций показал непреходящий интерес к широкому аспекту проблем изучения теории рынка. Причем этот интерес восходит в далекое прошлое, когда только начинался процесс формирования рыночных отношений. Исследованию развития рыночного механизма, формированию теории рыночных отношений посвятили свои труды классики мировой экономической мысли А. Смит, Дж. Милль, А. Пигу, Дж. Кларк, А. Маршал, Л. Вальрас, Т. Веблен, Дж. Коммонс, Р. Коуз, Д. Норт, О. Вильямсон, Е. Ферроботн, Р. Рихтер и др. Методологическую основу теории рынка формируют выходные постулаты экономической науки, концептуальные положения экономической теории, научные разработки отечественных и зарубежных ученых из широкого спектра проблем, связанных с становлением, функционированием и развитием рынка.

Значительный вклад в развитие теории рынков сделал А. Маршал, который видел экономическую свободу и конкуренцию движущими силами развития общества. Базируя свои исследования на теории совершенного конкурентного рынка, характеризовал “творческую конкуренцию”, которая повышает качество товаров, предопределяет снижение цен. В то же время, признавал существование монополизированных рынков и “разрушительной конкуренции” на них, которая приводит к росту цен, снижению стимулов к инновациям, ухудшению качества товаров и услуг [1]. “Маршаловская революция” способствовала расширению предмета экономических исследований, зарождению микроэкономики, теории отраслевых рынков, теории фирмы. Как утверждает А.И. Игнатюк, “важность его трудов для развития теории рынков заключается в том, что, во-первых, он соединил теорию с практическими аспектами бизнеса, во-вторых, обратил внимание на невыполнение некоторых условий модели совершенной конкуренции, хотя в его анализе конкуренция признавалась сильной” [2, с.12-13].

В 40-х годах XX века исследования рыночного механизма приобретают значительную популярность, которая объясняется пересмотром научных концепций о господстве конкурентных отношений в экономическом развитии, изменение рыночного поведения фирм и необходимость государственного вмешательства в экономику. Выделяется самостоятельное направление экономической теории - теория отраслевых рынков, которая рассматривает три блока проблем (изучение поведения фирмы на отраслевых рынках; исследование отношений конкуренции на рынках; анализ государственного регулирования отраслевых рынков), каждый из которых прошел определенную эволюцию [3, с.191-192].

В конце XX - начале XXI в. нового развития приобретает основанная М. Портером в 80-90-х годах XX в. теория конкурентных преимуществ, в соответствии с которой конкуренция рассматривается как динамический процесс, который развивается, беспрестанно переменчивый ландшафт, где появляются новые товары и услуги, новые направления маркетинга и новые рыночные сегменты [4, с.55]. Эта теория в начале XXI ст. нашла развитие в концепции Г. Хамеля и предусматривала интеллектуальное лидерство фирм, новые виды бизнеса и инновации для развития фирмы в будущем [5].

В экономических исследованиях и публикациях часто имеет место широкое толкование понятия рынка, а иногда и противоречивые трактовки. Так, понятие “рыночная экономика” может использоваться для обозначения различных экономических систем, отличающихся соотношением стихийности и планомерности своей организации от преимущественно стихийной экономики эпохи первоначального накопления капитала до его значительной степени регулируемой экономики современных развитых стран.

Потребность в новых подходах в этой сфере методологии появляется, например, в случае, когда в ходе происходящих в переходных экономиках реформ могут возникнуть ситуации, при которых отношения между экономическими субъектами уже не являются директивно-плановыми, но еще

и не являются рыночными. При этом важно оценить, насколько и в какой степени рыночными являются такие отношения, как оценить “степень рыночности” этих отношений. Для такой оценки нужен критерий “рыночность”, который должен вытекать из соответствующего определения рынка.

Однако не все определения экономических явлений являются “критериогенными”, то есть такими, из которых следует подобный критерий. Так, из определения бартера как безденежного товарообмена подобный критерий можно вывести (можно сказать, что, если товарообмен на 25% совершается в форме товар на товар, то такой товарообмен на четверть бартерный и т.д.), то имеющиеся в экономической литературе понятия рынка такого определения не дают.

В научной литературе существует множество определений понятия “рынок”. Их можно выделить в несколько групп:

1. Рынок определяется как условное пространство (“рынок - место”). Так, Э. Бевентер и Й. Фон Хампе в своем учебнике определяют рынок так: “мысленно представляемое место, где... путем сопоставления цен на блага и объемов их предложения приводятся в соответствие платежеспособность и готовность к поставкам” [6]. В учебнике “Экономика” под редакцией А.С. Булатова рынок трактуется как место сделки [7]. Кроме этого, в учебнике дается несколько определений этого понятия. Это в определенной степени отражает недостаточную разработанность методологии по этому вопросу.

В общепринятом понимании “рынок”, по определению В. Даля – площадь в городах и селах для торговли запасами питания на свободе (на воздухе), место съезда и собраний продавцов и покупателей по определенным дням [8]. То есть по определению В. Даля, рынок – это место торговли, обмена товарами.

2. Определенное распространение “рынок” получило как сфера товарного обмена. Так, в упомянутом учебнике А.С. Булатова, отмечается, что “рынок” – это сфера обмена внутри страны и между странами, связывающая между собой производителей и потребителей продукции”. Но для поставленных целей это определение недостаточно конкретно, оно не указывает каким образом осуществляется упомянутая связь. В советской экономической науке чаще всего рынок рассматривается именно как “сфера торгового обмена”. Подменяя понятие “рынок” понятием “товарообмен” (и на основе трудовой теории стоимости), можно говорить, и говорилось, о наличии рынка в социалистической экономике. При этом речь шла не о колхозном рынке, где рыночные отношения в какой-то степени проявлялись, а об экономике в целом. Если следовать такому подходу, то возникает абсурдная ситуация – рынок в социалистической плановой экономике уже существовал, следовательно, не нужны никакие рыночные реформы.

3. Часто рынок трактуется как механизм, способствующий установлению определенных отношений между покупателем и продавцом.

Так, в Британській енциклопедії ринок визначається, як “совокупність інструментів, за допомогою яких здійснюється обмін товарами і послугами в результаті контактів покупців і продавців один з одним” [9]. Ф. Хайек також трактує ринок як “складне передаточне пристрій, що дозволяє з найбільшою повнотою і ефективністю використовувати інформацію, розсіяну серед нескінченного множини індивідуальних агентів” [10].

Існують визначення ринку як відношення. В економічній енциклопедії “Політична економія” ринок розглядається як совокупність соціально-економічних відносин в сфері обміну, з допомогою яких здійснюється реалізація товарів і остаточне визначення суспільством оціненого в них праці. По думці С. Фишера “ринок представляє собою набір угод, за допомогою яких продавці і покупці товарів і послуг вступають в контакт з приводу купівлі-продажу даних товарів і послуг” [11].

4. В визначеннях ще однієї групи економістів, ринком називається група людей. Так, У. Девонс розумів ринок як групу людей, вступаючих в ділові відносини і укладаючих великі угоди з приводу будь-якого товару. Ринок - “совокупність існуючих і потенційних покупців товарів” [10].

Отже, з наведених визначень прямо не слід визначати критерії ринковості відносин між суб'єктами господарювання і в цілому економічних систем. На наш погляд, слід дотримуватися думки, яка найбільш близька до шуканого (“критеріогенною”) визначенню, де ринок розглядається як “обмін, організований за законами товарного виробництва” і об'єкту [12]. Однак не вказано, про які закони товарного виробництва і об'єкту йдеться. Більш близьке до шуканого визначення ринку, по нашій думці, є визначення, де ринок передусім виступає як обмін товарів, організований за законами руху товарно-грошових відносин (законом вартості, законом попиту і пропозиції, законом конкуренції і законами грошового об'єкту) [13]. Таке визначення ринку дозволяє вказати, який саме товарообмін є ринковим. Таким ринковим можна назвати такий товарообмін, пропорції якого визначаються передусім попитом і пропозицією як на товари, так і на послуги. Оскільки суб'єкти товарообміну є також суб'єктами попиту і пропозиції, то можна сказати, що ринок – це товарообмін, пропорції якого визначаються його суб'єктами [9]. Тоді ринкові відносини між суб'єктами товарообміну – це такі відносини, при яких пропорції товарообміну визначаються попитом і пропозицією або самими цими суб'єктами.

Відомо, що в економіці практично всіх країн існують елементи як ринку, так і плану, і пропорції товарообміну визначаються як попитом і пропозицією, так і директивно. Виникає питання: яку економіку можна назвати ринковою, а яку директивно-плановою?

Исходя из предложенного определения рынка, экономику следует назвать рыночной ту, в которой пропорции товарообмена определяются в основном спросом и предложением или спросом и предложением в большей степени чем директивно или самими субъектами товарообмена. По нашему мнению, такое определение рыночной экономике больше подходит для использования в исследованиях переходного периода, чем скажем, “способ сотрудничества людей друг с другом, основанный на товарном хозяйстве и предполагающий для каждого свободу выбора партнера по сделке и свободу установления цены на свои товары” [14].

По мнению авторов, экономика стран Западной Европы, где используется регулирование цен, является все-таки рыночной, то есть такой, в которой пропорции товарообмена регулируются спросом и предложением в большей степени, чем директивно.

Примером регулирования пропорций товарообмена могут служить закупка сельскохозяйственной продукции по гарантированным ценам. Это широко практикуется во многих странах мира с целью поддержки фермерских доходов. Специальные государственные агентства по заявкам товаропроизводителей покупают их продукцию в определенном количестве, соответствующее определенным требованиям и часто в определенный сезон – тогда, когда рыночная цена на эту продукцию ниже [15]. Какие же факторы в этом случае определяют пропорции товарообмена (в данном случае – цена на сельскохозяйственную продукцию)? Даже если интервенционная цена (цена, по которой агентства покупают продукцию) в несколько раз превышает рыночную цену, а агентства могут закупить любое количество производимой продукции (хотя такая ситуация практически невозможна, бюджет несет большие потери), фермеру все равно выгодно повысить эффективность своего труда. Он увеличивает свои доходы, уменьшая затраты на единицу продукции, повышая уровень предложения. Здесь, в отличие от директивно-плановой экономики, при таком регулировании цены на вводимые ресурсы не предписываются. Свободный выбор и партнеров, у которых эти ресурсы покупаются. Если происходит значительное перепроизводство продукции и она в больших количествах скапливается в государственных хранилищах, то спрос на нее (даже стороны государства) падает, что ведет к ограничению ее количества, покупаемую по гарантированным ценам и к снижению последних. Подобные процессы происходили в 90-х гг. в странах Европейского Союза.

Следует отметить, что на практике закупки продукции по гарантированным ценам редко принимают такие крайние формы: интервенционная цена превышает рыночную не более чем в 2 раза; существуют программы гарантированных закупок, которые распространяются только на определенный вид продукции, рентабельность производства которых сравнительно низкая. Поэтому фермеры производят значительную часть продукции сверх установленных объемов и развивают производство продукции, которая покупается не по гарантированным ценам,

с целью увеличения своих доходов. Следовательно, цена на значительную часть сельскохозяйственной продукции – вообще “чисто рыночная”.

Таким образом, даже глубокое вмешательство государства в рыночный товарообмен, такой как закупки продукции по гарантированным ценам, существенно не меняет рыночный характер экономики развитых стран, поскольку эта мера применяется в таких формах и в таком объеме, что субъекты экономической деятельности не довольствуются фиксированными доходами, получаемыми в результате ее действий (то есть интервенционная цена не слишком высокая).

Нетрудно убедиться, что с помощью предлагаемого подхода можно доказать модифицирующий, а не определяющий характер влияния на степень рыночности экономических систем развитых стран.

Ссылки

1. Маршалл А. Принципы экономической науки: В 3 т. – М.: Изд-во “Прогресс”, 1993. – Т. 1. – 415 с.
2. Ігнатюк А.І. Галузеві ринки: теорія, практика, напрями регулювання: Моногр. – К.: ННЦ ІАЕ, 2010. – 465 с.
3. Ігнатюк А.І. Теорія галузевих ринків: інституційний підхід // Європейський вектор економічного розвитку. – 2012. – № 2 (13). – С. 190–194.
4. Портер М. Стратегія конкуренції: Пер. з англ. А. Олійник, Р. Скільський. – К.: Основи, 1998. – 390 с.
5. Hamel G. Leading the Revolution. – Boston: Harvard Business School Press, 2000.
6. Э. Бевентер Э., Фон Хампе Й. Основные знания по рыночные экономики. – М.: “Республика”, 1992.
7. Экономика. /Под ред. А. С. Блатова. – М.: “БЕК”, 1995.
8. Даль В. Толковый словарь живого великого русского языка: в 4-х томах. – Т. 4. – М., 1980.
9. Макеев В. Определение понятий “рынок” и “рыночные отношения”. //Экономика Украины, 1997, № 2.
10. Введение в рыночную экономику. – /Под ред. А.Я. Лившица, И.Н. Никулиной. – М.: Высшая школа, 1994.
11. Фишер С., Дорнбуш Р., Шмалензи Э. Экономикс. – М.: “Дело”, 1993.
12. Марцин В. Планомерность при переходе к экономическим методам регулирования рынка. //Экономика Украины, 1995, С. 47.
13. Основи економічної теорії. /За ред. Мочерного С. В. – Тернопіль: АТ “Тарнекс”, 1993. – С.152.
14. Липсиц И. Экономика без тайн. – М.: “Дело”, “Вита-пресс, 1994.”
15. Трейси М. Сельское хозяйство и продовольствие в экономике развитых стран. “Экономическая школа”. – С.-Пб. 1995.

СТРАТЕГІЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

Студентка А.С. Ходасенко

Керівник - доц., канд. екон. наук С.О. Фаїзова

Національна металургійна академія України (НМетАУ)

Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ

м. Дніпро

Однією зі складових механізму забезпечення фінансової безпеки підприємства (ФБП) є розробка та ідентифікація відповідної стратегії. Оцінка рівня фінансовою безпеки, здійснена інтегральним методом в умовах ТОВ «ДМЗ Комінмет», дала можливість кваліфікувати рівень ФБП за результатами 2019 р. як умовно нормальний (задовільний). Він характеризується такими ознаками:

- незважаючи на те, що фінансовий стан підприємства є нестійким, – імовірність банкрутства низька;
- існує вплив зовнішніх загроз;
- діяльність підприємства відноситься до зони припустимого ризику (зона втрати розрахункового прибутку);
- для забезпечення фінансової безпеки підприємству потрібні крім власних фінансових коштів ще й залучені;
- маються значні резерви для поліпшення результатів фінансово-господарської діяльності.

Отже, йдеться про необхідність підвищення рівня фінансової безпеки і досягнення стабілізації її нормального рівня. Це в свою чергу передбачає підвищення результативності управління ФБП.

В структурі управління аналізованим підприємством відсутній спеціалізований орган управління фінансовою безпекою – служба фінансової безпеки. Суб'єктами управління фінансовою безпекою в умовах ТОВ «ДМЗ Комінмет» є власники та керівництво підприємства, заступник директора з фінансових питань та працівники фінансово-економічного та інформаційно-аналітичного секторів, а також працівники, які хоч і не приймають стратегічних рішень, проте, виконують оперативні задачі в цьому напрямку.

На підприємстві впроваджено безперервний процес стратегічного менеджменту, який включає наступні етапи [1]:

- оцінка місії, цілей та стратегій;
- аналіз зовнішнього середовища на національному та глобальному рівнях;
- ідентифікація стратегічних факторів;
- аналіз внутрішнього середовища організації;
- формулювання стратегії на рівні корпорації, бізнес-одиниць, функціональному рівні;
- реалізація і контроль стратегій.

Відповідно до системи стратегічного менеджменту, що впроваджена на ТОВ «ДМЗ Комінмет», функціональними керівниками постійно проводиться аналіз внутрішнього та зовнішнього середовища. Одним з етапів цього аналізу є ідентифікація можливих ризиків, які справляють вплив на ФБП.

Водночас аналіз показав, що на досліджуваному підприємстві управління фінансовою безпекою носить фрагментарний, безсистемний та неусвідомлений характер. Можна стверджувати, що управління фінансовою безпекою зведено до управління ризиками. Відсутнє формулювання політики та стратегії фінансової безпеки. Оцінка рівня фінансової безпеки, встановлення допустимого ступеня ризику, аналіз окремих операцій щодо обраного ступеня ризику – не здійснюються. При аналізі фінансової системи домінуюче положення відіграють показники, які відображають результати прийнятих безпекових методів. Домінуючим залишається підхід, при якому загрози приділяють увагу за результатами зростання реальних збитків від її негативного впливу.

Оцінювання рівня фінансової безпеки в умовах ТОВ «ДМЗ Комінмет» дало змогу виявити, що недостатній рівень фінансової безпеки спричинений також:

- відсутністю та нездатністю застосовувати наукові методи в управлінні;
- недостатньою обґрунтованістю управлінських рішень;
- відсутністю ініціативи щодо застосування превентивних захисних заходів;
- недостатньою узгодженістю дій між структурними підрозділами.

За результатами аналізу стану управління фінансовою безпекою в умовах досліджуваного підприємства одним з основних напрямків його вдосконалення визначено вибір стратегії управління фінансовою безпекою, яка адекватна загальній стратегії підприємства. Відповідно до рівнів стратегічного управління підприємство керується стратегією стабілізації (стратегією паузи) для забезпечення стабільного розвитку [1]. На бізнес-рівні (за Портером) застосовується стратегія лідерства з витрат, за якої підприємство використовує високопродуктивне обладнання, знижує витрати та жорстко їх контролює з метою підвищення конкурентоспроможності [1].

SWOT-аналіз показав, що ТОВ «ДМЗ Комінмет» за сприятливих умов може застосовувати низку різних видів стратегій фінансової безпеки, в основі яких має бути мінімізація слабких сторін підприємства на основі використання зовнішніх можливостей або використання сильних сторін для реалізації зовнішніх можливостей, або використання сильних сторін для знешкодження загроз.

За основу вибору стратегії ФБП обрано відповідну модель, яка враховує кількісні характеристики інтегральної оцінки рівня ФБП, його внутрішнього та зовнішнього середовища [2]. Побудована матриця, де у якості засобів реалізації стратегії управління фінансовою безпекою виступають: по-перше, характеристика фінансової безпеки, а, по-друге, характеристика загроз внутрішнього та зовнішнього середовища, що впливають на неї (рис. 1).

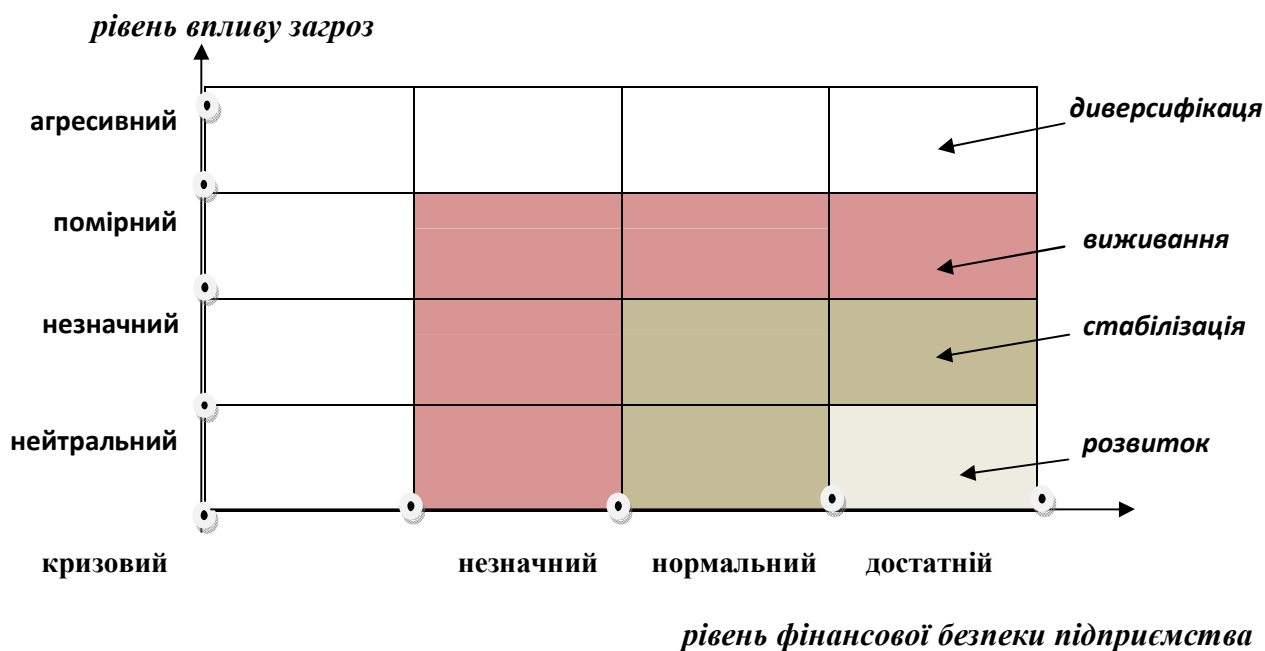


Рисунок 1 – Матриця вибору стратегії фінансової безпеки підприємства (розроблено на основі [2])

Значення інтегрального показника фінансової безпеки змінюються в діапазоні [0-1]: чим більше значення наближається до 1, тим вищий рівень розвитку ФБП. Класифікація рівнів розвитку фінансової безпеки здійснена на основі зміни діапазону відповідного інтегрального показника, а саме: рівень розвитку фінансової безпеки набуває 4 станів: кризовий, незначний, нормальний, достатній. В процесі аналізу виявлено, що рівень ФБП в умовах ТОВ «ДМЗ Комінмет» дорівнює 0,511. Це дає можливість з відповідною часткою припущення віднести рівень ФБП до діапазону «нормальний».

Рівень загроз зовнішнього середовища класифікується за ступенем впливу: агресивний, помірний, незначний та нейтральний. Оцінка впливу внутрішніх та зовнішніх загроз фінансової безпеки отримана експертним методом на основі аналізу ризиків та їх впливу на діяльність ТОВ «ДМЗ Комінмет», тобто носить здебільшого суб'єктивний характер. Фахівцями досліджуваного підприємства він оцінюється в аналізованому періоді як незначний.

Реалізація варіантів вибору стратегії управління фінансовою безпекою ґрунтується на основі матричного підходу, який дозволяє визначити зони інтегральної оцінки та рівня впливу загроз фінансової безпеки за 4 типами: розвиток (загальний характер стратегії ФБП – наступально-оборонна); стабілізація (загальний характер стратегії – вичікувально-оборонна); виживання (загальний характер стратегії – утворювально-оборонна); диверсифікація (загальний характер стратегії – наступально-оборонна, вичікувальна) [2].

Встановлено, що обраній стратегії фінансової безпеки досліджуваного підприємства – стратегії стабілізації – відповідає адаптивний тип управління ФБП. Його відмінна особливість полягає у здатності своєчасно реагувати на зміну середовища функціонування на основі вдосконалення внутрішніх процесів та коригування системи управління. У реалізації стратегії підприємства адаптація забезпечує відхід від жорсткого встановлення переліку основних показників із чітко визначеними очікуваними результатами на користь поетапного виконання завдань із можливістю гнучкого корегування, відповідно до зміни ситуації, але без зміни загальної орієнтації у розвитку [3, с.297].

Відповідно, метою адаптивного управління фінансовою безпекою в умовах ТОВ «ДМЗ Комінмет» є стабілізація нормального рівня фінансової безпеки через зміну підприємства як системи для стабілізації його розвитку.

Висновки

Використовуючи отриману інформацію та застосувавши матричний підхід до вибору стратегії управління фінансовою безпекою в умовах ТОВ «ДМЗ Комінмет», здійснено вибір варіанту стратегії управління фінансовою безпекою: на прогностичний період найбільш оптимальною буде стратегія стабілізації. Як свідчать результати SWOT-аналізу, вона є цілком адекватною діючій корпоративній стратегії стабілізації (стратегії паузи). Обрана стратегія ФБП забезпечує стабілізацію нормального рівня фінансової безпеки ТОВ «ДМЗ Комінмет» і сприяє його стабільному розвитку.

Посилання

1. Звіт про управління ТОВ «ДМЗ Комінмет» 2019 / Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.kominmet.com.ua>.
2. Олексюк Т. В. Формування матриці стратегії управління фінансовою безпекою підприємств машинобудування: практичний аспект / Н. В. Кузьминчук, Т. В. Олексюк // Науковий журнал Європейського університету «Економіка і управління». – Київ : КЄУ, 2016. – № 1. – С. 71–79.
3. Мельник С. І. Методологічні засади управління фінансовою безпекою підприємств // Дис. на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук. – Львів. – 2020. 490 с.

СЕКЦІЯ 3

**«ІНФОРМАТИКА, ІТ-ТЕХНОЛОГІЇ,
РОБОТОТЕХНІКА.
ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»**

Модератор

Г.Г. ШВАЧИЧ

докт. техн. наук, проф.

WORKSHOP 3

**« INFORMATICS, IT TECHNOLOGIES,
ROBOTICS.
APPLIED MATHEMATICS »**

Moderator

Henadii SHVACHYCH

Dr. (Eng.), Prof.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМОГО НАПРУЖЕННЯ ВОЛОЧІННЯ

Бакалаври *О.О. Андрушко, Д.С. Калугін, А.В. Тоцакова*
 Керівники – доц., канд. техн. наук *І.А. Соловійова, ст. викл. Ю.М. Николаєнко*
Національна металургійна академія України (НМетАУ)
Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ
м. Дніпро

В технічній літературі опубліковані різні методики розрахунків параметрів безоправочного волочіння, але для практичного використання ці математичні моделі потрібно постійно доповнювати для нового сортаменту, нових технологій і обладнання. Відомі методики визначення напруження волочіння σ дають завищені значення напруження волочіння, тому при проектуванні маршрутів отримаємо значні відхилення розрахункових даних від експериментальних або практичних.

Для проектування маршрутів волочіння необхідно визначити оптимальну методику розрахунку допустимих значень напруження волочіння, в тому числі і формулу коефіцієнта запаса. З цією метою проаналізовані розрахунки напруження волочіння за різним методиками, виконані порівняння розрахункових даних з експериментальними. Приклади аналізу наведені на рисунку 1. Розрахунки маршрутів безоправочного волочіння і відповідно напруження волочіння виконали для нержавіючої сталі 08X18N10T для труб загального призначення.

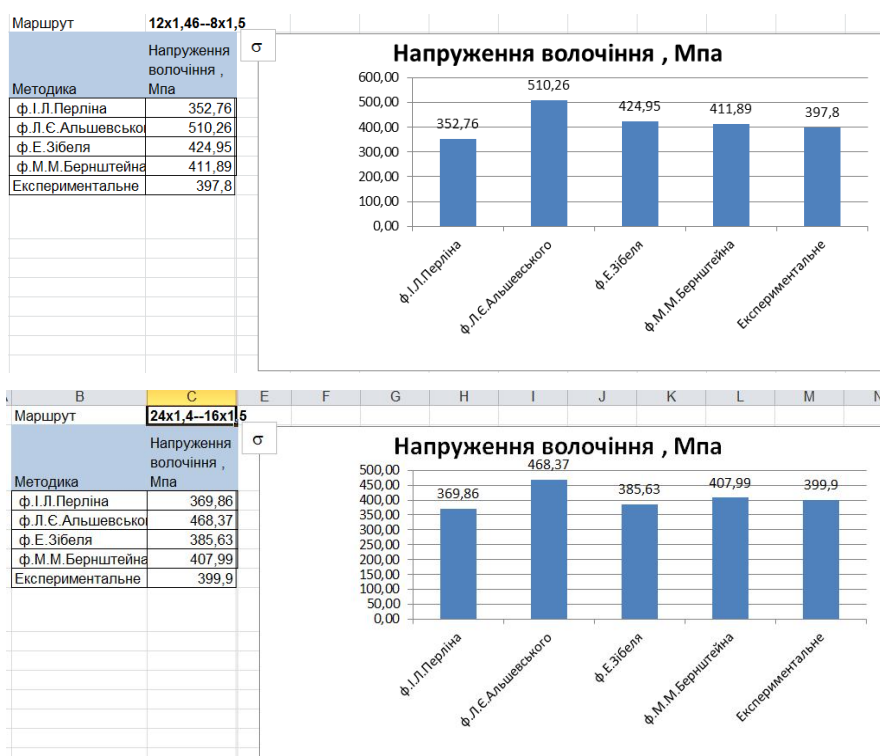


Рисунок 1 – Порівняння експериментального напруження волочіння з розрахунковим

Зроблено висновок, що найбільше наближення до експериментальних даних отримано по методиці М.М. Бернштейна.

Методика та алгоритм розрахунку напружень та зусиль волочіння, де в основі лежать формули М.М. Бернштейна [1] включає:

- аналіз граничних деформацій під час волочіння тонкостінних труб $\left(\frac{S}{D} \leq 0,04\right)$;
- аналіз граничних деформацій під час волочіння товстостінних труб $\left(\frac{S}{D} > 0,04\right)$.

При $\frac{S}{D} \leq 0,04$ гранична деформація труби при безоправочному волочінні визначається стійкістю її контуру і міцністю кінця, що виходить з волоки. Ця умова визначена С.І. Борисовим і М.М. Бернштейном [1] і має вигляд:

$$1 + \frac{D_3 - D_m}{D_m - S_m} \leq \frac{1}{1 - 280 \cdot \left(\frac{S_m}{D_3}\right)^2}.$$

При $\frac{S}{D} > 0,04$ обмеження граничної деформації:

$$\sigma \leq \sigma_{\text{дон}},$$

де σ – напруження волочіння;

$$\sigma = 1,105 \left(1 - \sin \frac{\alpha}{2}\right) (1 + f) \sigma_{\text{сер}} \sqrt{\varepsilon},$$

$\sigma_{\text{дон}}$ – граничне напруження на кінці труби, яке виходить з волоки;

$$\sigma_{\text{дон}} = \frac{\sigma_{m1}}{K_{\text{зан}}},$$

де σ_{m1} – значення межі плинності після деформації;

$K_{\text{зан}}$ – коефіцієнт запасу міцності.

За експериментальними даними [2, 3] в роботі отримана регресійна залежність коефіцієнта запасу від параметрів маршруту волочіння з нержавіючих марок сталей – товщини стінки готової труби, коефіцієнта витяжки та напруження волочіння (рисунок 2).

Висновок з регресійного аналізу: модель адекватна, коефіцієнти моделі значимі, коефіцієнт множинної регресії високий – 0,98, що підтверджує значимість моделі.

Розрахунок маршруту безоправочного волочіння та напруження волочіння представлені на рисунку 3.

Регрессионная статистика						
Множествен	0,981253517					
R-квадрат	0,962858465					
Нормирован	0,952728956					
Стандартная	0,062874557					
Наблюдения	15			Fkrit=	3,587433702	
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	значимость F	
Регрессия	3	1,127314691	0,375772	95,05479632	3,78E-08	
Остаток	11	0,043485309	0,003953			
Итого	14	1,1708				
Коэффициенты стандартной ошибки статистики						
	Р-Значение	нижние 95%	верхние 95%			
Y-пересечени	1,695120674	0,313423086	5,40841	0,000213908	1,005281	2,38496
S	0,031502469	0,024040228	1,310406	0,216759956	-0,02141	0,084415
μ	1,768836669	0,273587404	6,465344	4,64317E-05	1,166675	2,370998
σ	-0,00496556	0,000406575	-12,2131	9,70523E-08	-0,00586	-0,00407
$k_{зан} = 1,695 + 0,0315 * S + 1,7688 * \mu - 0,00497 * \sigma$						

Рисунок 2 – Регресійний аналіз експериментальних даних і рівняння регресії коефіцієнта запасу

Формула М.М. Бернштейна		Дз, мм	12	
$\sigma_l = 1,105 \cdot \left(1 - \sin \frac{\alpha}{2}\right) \cdot (1 + f) \cdot \sigma_{сер} \cdot \sqrt{\varepsilon};$		Дт, мм	8	
		α	12	
$\varepsilon = \frac{D_3 - D_T}{D_3} \cdot 100 \%$		Тип мастила		
		f	0,08	
		Марка сталі	08X18H10	
		σ0, МПа	510	
		σ1, МПа	761	
		σсер, МПа	635,5	
		ε	0,33333	
		σl, МПа	411,6096	
На попередню				
$k_{зан} = 1,695 + 0,0315 * S + 1,7688 * \mu - 0,00497 * \sigma$				
		Кзап		1,5480496
		σдоп, МПа		491,5863
Висновокумова виконана				

Рисунок 3 - Розрахунок напруження волочіння з оцінкою маршруту

Висновок

Результати досліджень впроваджені в розрахунки маршрутів, допустимого напруження волочіння та технологічних карт виробництва з метою оцінки маршрутів при проектуванні нової технології при безоправочному волочінні та підвищення точності при виробництві.

Посилання

1. Борисов, С.И. Допустимые величины обжатий при безоправочном волочении труб малых размеров с учетом устойчивости формы в очаге

- деформації: / С.И. Борисов, М.М. Бернштейн. Бюллетень научн.техн.инф. (ВНИТИ)// М.: Металлургиздат, -1958. - №№ 4,5. – С. 8-10, С. 14-16.
2. Соловьева, И.А. Разработка многовариантной технологии, исследование и внедрение рациональных режимов производства холоднодеформированных труб: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.05 / Соловьева Инна Анатольевна. – Днепропетровск, 1987. – 200 с
 3. Соловйова, І.А. Проектування комбінованих маршрутів виробництва холоднодеформованих труб/ І.А. Соловйова, В.Ф. Балакін, Ю.М. Николаєнко, К.С. Білан // Системні технології. – 2017. – Вып. . – С. 56-62.

РОЗРОБКА НОВОГО СПОСОБУ АВТОМАТИЧНОЇ МІНІМІЗАЦІЇ НАТЯГУ НА БЕЗПЕРЕРВНИХ СОРТОПРОКАТНИХ СТАНАХ

Магістрант С.О. Біневич

Керівник - проф., канд. техн. наук О.Ю. Потан

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Головною вимогою до сортового прокату, що висувається його споживачами, є точність геометричних розмірів перетину.

Переважає більшість сортового прокату виробляється на безперервних прокатних станах, особливістю яких є одночасна прокатка заготовки у валках кількох (від 4-х до 15-ти) прокатних клітей. Загально визнано, що основним технологічним збуренням, яке негативно впливає на розміри перетину прокату, є натяг, що виникає в прокаті через неузгодженість швидкостей входу металу до валків наступної і виходу з валків попередньої кліті.

Найширшого розповсюдження набули системи автоматичного регулювання натягу (САРН) за інформацією про прогин прокату у проміжках між прокатними клітями [1]. На жаль, такі системи не можуть бути застосовані при прокатці більш масивних профілів та профілів, що мають відчутну згинальну жорсткість, через замалий прогин, зміни якого впродовж прокатки неможливо виміряти. Така ж проблема виникає, якщо малою є відстань між суміжними прокатними клітями.

Інший перспективний підхід до непрямого регулювання натягу пов'язаний з отриманням інформації про натяг зі змін якірного струму прокатних двигунів. Проведений аналіз відомих систем, що реалізують такий підхід, виявив необхідність їхнього удосконалення.

В роботі запропоноване новий спосіб мінімізації натягу та відповідна система (рис. 2), яка дозволяє прогнозувати і підтримувати струм вільної прокатки в електроприводах прокатних клітей на усій довжині прокату та має відзнаки технічної новизни [2]. Сутність запропонованого способу полягає в тому, що:

- 1) запам'ятовують якірний струм електроприводу попередньої кліті певного міжклітьового проміжку в момент, що безпосередньо передусе входженню прокату до наступної кліті;

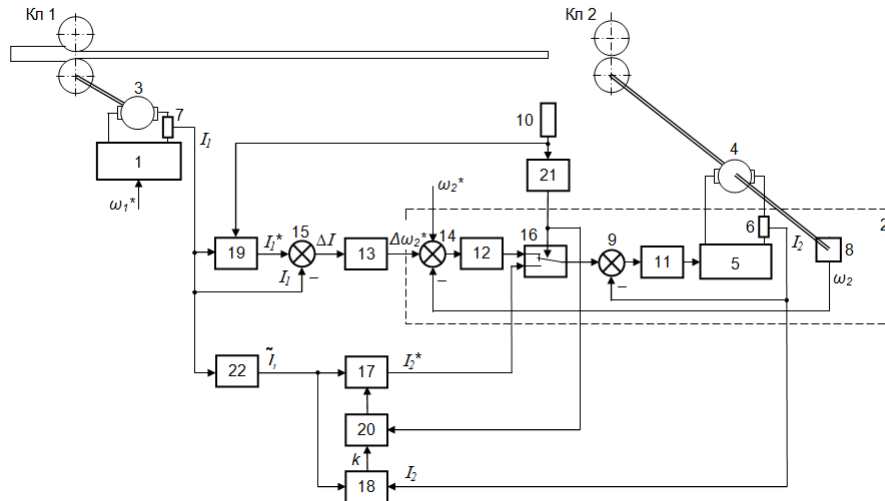


Рисунок 2 – Функціональна схема системи автоматичної мінімізації натягу прокату на безперервному сортовому стані:

1 та 2 – підсистеми автоматичного регулювання швидкості прокатних двигунів 3 та 4; 5 – тиристорний перетворювач; 6 та 7 – вимірювачі струму; 8 – вимірювач частоти; 10 – датчик наявності прокату; 11, 12 та 13 – регулятори струму, частоти та натягу; 9, 14 та 15 – елементи порівняння; 16 – перемикач; 17 та 18 – блоки множення та ділення; 19 та 20 – блоки пам'яті; 21 – блок часової затримки; 22 – блок чистого запізнювання.

2) після входження прокату до валків наступної кліті усувають розбіжність між поточним та зафіксованим значеннями якірного струму електроприводу попередньої кліті, змінюючи частоту обертання валків наступної кліті;

3) після усунення зазначеної розбіжності визначають і фіксують відношення якірного струму електроприводу наступної кліті до якірного струму електроприводу попередньої кліті;

4) визначають бажане значення струму електроприводу наступної кліті шляхом множення поточного значення якірного струму електроприводу попередньої кліті на зафіксоване за п. 3 співвідношення та затримки добутку на часовий інтервал, що дорівнює часу пересування прокату через міжклітьовий проміжок;

5) забезпечують відповідність поточного значення якірного струму електроприводу наступної кліті визначеному за п. 4 бажаному значенню шляхом його регулювання.

Суттєвою відмінністю і перевагою запропонованого способу є усунення впливу динамічної складової якірних струмів прокатних двигунів на якість регулювання натягу.

Для доведення ефективності запропонованого способу була створена комп'ютерна модель (рис. 3) системи автоматичної мінімізації натягу, яка дозволяє здійснювати адекватне імітаційне моделювання процесу прокатки з достатньою точністю. Застосування для опису прокатки в клітях простих лінійних рівнянь у прирощеннях [4] дозволило спростити процедуру налаштування моделі.

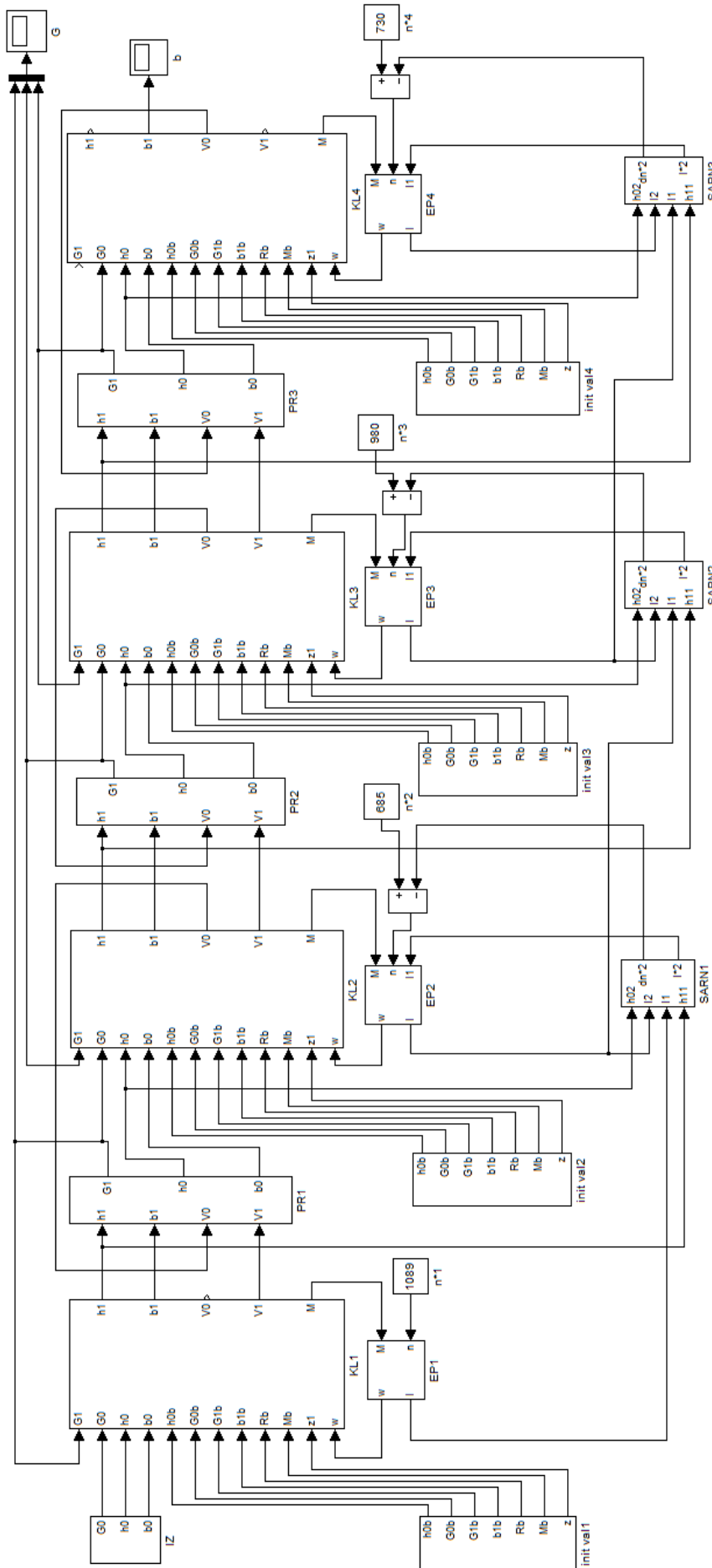


Рисунок 3 – Модель SARIN в трьох міжкліткових проміжках безперервного стану в пакеті Simulink

Ширина прокату на виході зі стана (рис. 4, б) на усій довжині розкату перебуває в межах поля допуску (11,4 - 11,55 мм), що також вказує на високу ефективність системи.

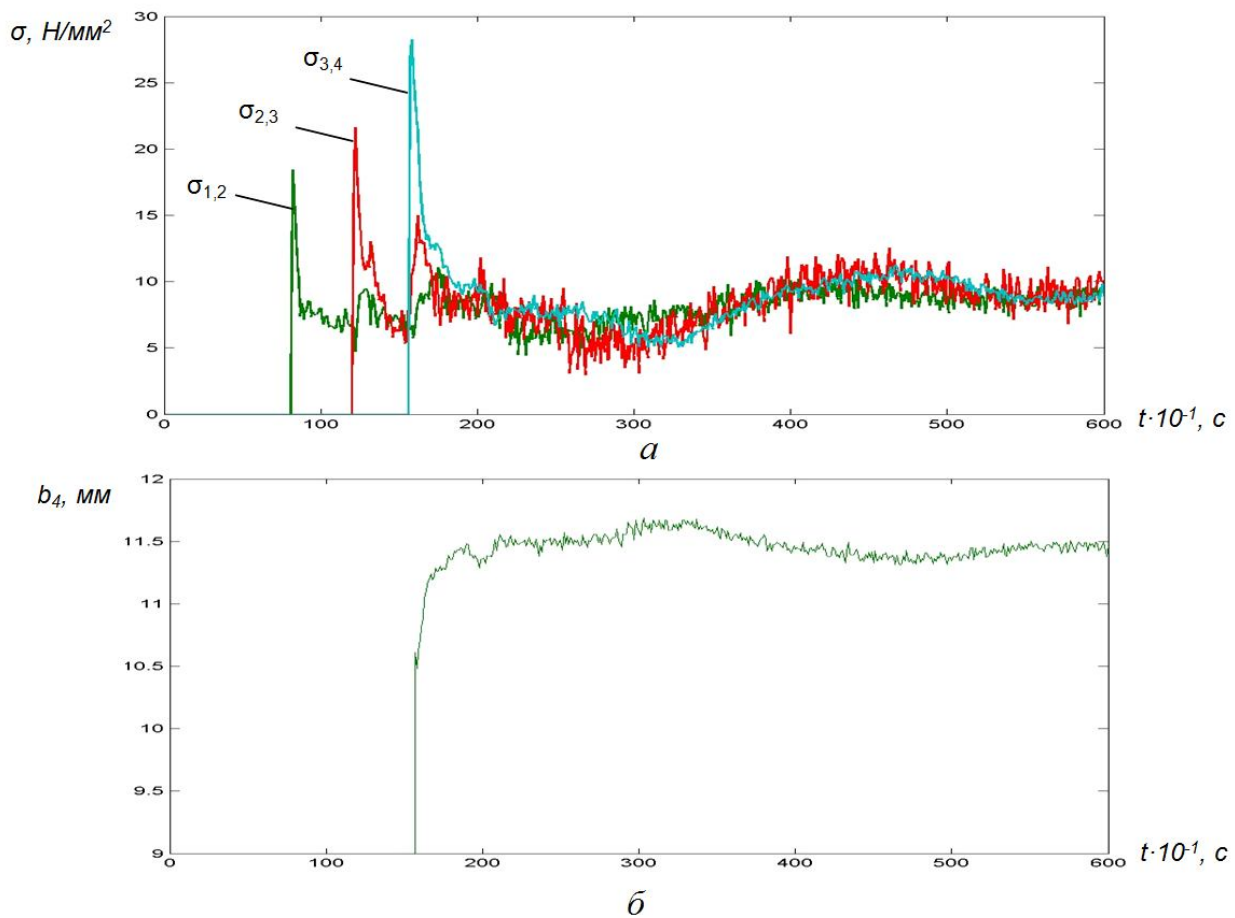


Рисунок 4 – Результати моделювання роботи САРН

Посилання

1. Автоматизация технологических процессов на мелкосортных прокатных станах/ А.С. Бешта, В.Н. Куваев, О.Е. Потап, А.П. Егоров. – Днепро: Журфонд, 2014. – 283 с.
2. Заявка на патент України. Спосіб автоматичної мінімізації натягу прокату на безперервному сортовому стані/ НМетАУ/ О.Ю. Потап, М.О. Рибальченко, С.О. Біневич. МПК В21В 37/00. Заявка № а201910384 від 15.10.2019.
3. Біневич С.О., Хандрюк І.І. Модель процесу прокатки у чистовій групі клітей дрібносортового стана //Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Інформаційні технології та моделювання в економіці». 05-06.12.2019 р. – Дніпро: НМетАУ, 2019. С. 116 – 120.

МЕТОДИКА ВИБОРУ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ПЕРЕОБЛАДНАНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Аспірант В.С. Гладченко

Керівник – доц., канд. техн. наук О.К. Грищук

Національний транспортний університет, м. Київ

Моделювання дорожніх транспортних засобів – це складне завдання, яке потребує цілого комплексу знань та навичок. Необхідно вирішувати завдання моделювання обертального руху, механіки поступального руху, електричних машин і перетворювачів, гідравлічних компонентів і систем та багато іншого. Зокрема, моделювання електричних і гібридних транспортних засобів не може бути повним принаймні без сполучення електричної і механічної частин та їх систем контролю та керування.

Використовуючи основні положення з роботи [1], була створена та реалізована в середовищі Modelica математична модель переобладнаного електричного колісного транспортного засобу (ЕКТЗ).

В якості вихідних числових значень параметрів ЕКТЗ для проведення числового експерименту з використанням ПК, було обрано наступні вихідні параметри переобладнаного в електромобіль (ЕМ) серійного автомобіля категорії М1 ЗАЗ–965 «Запорожець», (табл. 1), технічні показники якого було взято з джерела [2]. Цей автомобіль був обраний для розрахунків, тому що, в подальшому передбачається проведення дорожніх та стендових експериментальних досліджень.

Таблиця 1 – Технічні характеристики ЗАЗ –965 «Запорожець»

Параметр	Величина	
Двигун	бензиновий V-подібний 0,887 л при 4000–4200 об/хв	
Коробка передач	4 передач; I – 3,73; II – 2,29; III – 1,39; IV – 0.964; З.Х. – 4,76	
Головна передача	одинарна; 4,63	
Лобова площа	1,43 м ²	
Коефіцієнт обтічності	0,47...0,52	
Габаритні розміри	довжина	3330 мм
	ширина	1395 мм
	висота	1450 мм
Колісна база	2023 мм	
Колія	передня	1150 мм
	задня	1160 мм
Максимальна швидкість	100 км/год	
Маса автомобіля	споряджена	693 кг
	повна	950 кг
Шин:	тип	безкамерні
	розмір	175/70 R13 «Rosava»
	радіус кочення	0,282 м

Повною мірою задачу вибору та обґрунтування параметрів силової установки (СУ) ЕКТЗ можливо вирішити якщо розрахунки засновано на раціонально обраних вихідних даних, що об'єктивно відображають особливості роботи СУ в системі «САКБ – ТЕД – Трансмсія» (САКБ – силова акумуляторна батарея, ТЕД – тяговий електродвигун). Практика проектування свідчить, що саме знаходження вихідних даних та внутрішніх параметрів системи є найбільш складною задачею. Маючи в якості початкових даних такі параметри переобладнаного ЕКТЗ як, геометричні та масові параметри серійного КТЗ, передаточне відношення головної передачі, яка в більшості випадків не змінюється та умови руху в їздовому циклі, якому має відповідати переобладнаний ЕКТЗ. Кожному набору вихідних даних СУ може відповідати множина параметрів САКБ (тип акумуляторного елемента (АЕ), їх кількість, тип їх з'єднання, повна ємність, вага та ін.), ТЕД (номінальна напруга, частота струму, перевантажувальна здатність, максимальна напруга та струм тощо) та ін. Завдання що слід вирішити представлені на рис. 1.



Рисунок 1 – Множина вхідних та вихідних параметрів ММ

Методика проведення числового експерименту передбачає проведення великої кількості обчислень в різних поєднаннях вихідних параметрів. Загальна кількість варіантів n_{EM} , що мають бути розглянуті в процесі переобладнання ЕКТЗ складатиме:

$$n_{EM} = n_{САКБ} n_{ТЕД} n_U \quad (1.1)$$

де $n_{САКБ}$ – кількість варіантів параметрів ТАБ;

$n_{ТЕД}$ – кількість варіантів параметрів ТЕД;

n_U – кількість варіантів передаточного відношення трансмісії (головної передачі).

Враховуючи це, можна зробити висновок, що вибір вихідних даних для переобладнання ЕКТЗ є вельми громіздка та складна задача, розв'язати яку можливо лише при наявності певної методики. Маючи вхідні параметри та вливаючи на них, можна отримати комплексні вихідні величини за якими можна оцінити ступінь відповідності проведеного переобладнання на поставленим критеріям.

Вибір та обґрунтування раціональних параметрів системи «САКБ – ТЕД – Трансмісія» є складною задачею. В залежності від категорії КТЗ, його призначення та умов експлуатації, критерії раціональності можуть бути різні. Тобто, слід надавати більшу вагу різним показникам системи переобладнаного ЕКТЗ. Найбільш поширеним та універсальним критерієм раціональності вибору є мінімум приведених витрат, пов'язаних через розрахункову потужність з масою та вартістю обладнання. Технічний рівень переобладнання визначається питомою масою та питомою вартістю як окремих агрегатів так і всього електронного обладнання в цілому. Однак, показник вартості обладнання має сильну волатильність, тож його важко оцінити об'єктивно.

В роботі пропонується критерій можливості збереження величини повної маси переобладнаного ЕКТЗ, умова обмеження за габаритними розмірами, максимальної кутової швидкості ротора ТЕД, максимального струму та напруги в САКБ та силових елементах САУ.

Висновки

1. Проблема вибору та обґрунтування вихідних даних та внутрішніх параметрів системи є найбільш складною задачею. В якості початкових даних переобладнаного ЕКТЗ може бути велика множина, потрібно вводити раціональні обмеження.

2. Планується проведення числового експерименту за обраними вихідними даними для автомобіля ЗАЗ –965 «Запорожець». В подальшому будуть проведені дорожні та стендові експериментальні дослідження та перевірка адекватності розробленої математичної моделі.

Посилання

1. Побудова математичної моделі електромобіля в середовищі Modelica / В.С. Гладченко, О.К. Грищук // Матеріали II Всеукраїнська конференція молодих вчених «Молодь і наука. Практика інноваційного пошуку» (17 грудня 2020 р., м. Дніпро, Україна), – С. 250 – 253. ISBN 978-617-7891-06-1.
2. Автомобиль “Запорожець” моделей ЗАЗ-965А и ЗАЗ-965АБ. Руководство по эксплуатации и ремонту. 4th ed. Днепропетровск: Промінь, 1968. 217 с.

АНАЛІЗ БАЗОВИХ ПРИНЦИПІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЇХ РЕАЛІЗАЦІЯ В СУЧАСНОМУ ПРОГРАМНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ

Студент О.Б. Гнатів

Керівник - доц., канд. фіз.-мат. наук Л.М. Клакович

Львівський національний університет ім. Івана Франка, м. Львів

Вступ. Математичне моделювання технологічних процесів є поширеним явищем дослідження ще з моменту, коли були закладені основи диференціального та інтегрального числення. Дані моделі – сукупність формул і рівнянь, які характеристики досліджуваного об'єкта чи явища, – створюються за допомогою систем диференціальних рівнянь, які описують динамічні процеси, а також системи лінійних та нелінійних алгебраїчних рівнянь чи нерівностей. Математичне моделювання здатне суттєво спростити дослідження різноманітних технологічних процесів шляхом побудови їхніх відповідних математичних моделей. Окрім використання математичного моделювання в технологічних процесах, математичні моделі широко застосовуються в економіці, соціології, екології, медицині та в інших сферах, оскільки таким чином можна адекватно оцінити властивості та закономірності різноманітних об'єктів. Математичні моделі технологічних процесів активно використовуються в галузі управління, металургії та обробки металів, машинобудування та у військовій сфері.

Мета роботи. Аналіз ефективності та характеризування процесу побудови та застосування математичних моделей технологічних процесів для різних галузей на основі математичних фактів, додаткового аналізу даних та прикладів програмних продуктів, ефективність створення математичних моделей яких перевірено часом.

Матеріали та методи. Для роботи використано матеріали національних та міжнародних ресурсів для об'єктивної оцінки ефективності математичних моделей. Серед матеріалів програмного забезпечення для планування математичного моделювання та обробки даних було використано програми «Mathcad», «Statistica», «Simulink» для отримання загальної оцінки щодо реалізації математичних моделей за допомогою комп'ютерних програм. Для оцінки ефективності були використані загальні методи аналітики даних, а саме порівняльний аналіз, синтез, індукція, дедукція та наукова абстракція.

Результати та обговорення. Як було виявлено, найбільша ефективність побудови математичної моделі досягається за послідовного виконання умови дослідження об'єкта чи явища моделювання і правильного розуміння завдання, задля якого модель створюється, концептуальної та математичної постановки задачі, аналізу та перевірки правильності моделі. Згодом потрібно обрати метод подальшого розв'язання задачі: або аналітичний, або інший, який реалізовується розробкою алгоритму рішення і дослідження його особливостей, що передбачає подальшу реалізацію

алгоритму у вигляді комп'ютерної програми або іншими можливими способами. Протягом кінцевого етапу важливо виконати перевірку адекватності та правильності моделі.

Під час етапу дослідження для найвищої ефективності потрібно виконати:

- аналіз взаємодії об'єкта з зовнішніми подразниками, увага до вхідних факторів та реагування об'єкту, класифікація їх на вимірні та невимірні, керуючі та виділення перешкод;
- проведення розподілу та дослідження внутрішньої структури об'єкту;
- дослідження способу роботи об'єкту, формування можливих станів об'єкту;
- збір та перевірка коректності наявних для дослідження даних про аналогові об'єкти, виконання за потреби додаткових досліджень;
- сортування об'єкта моделювання на незмінний та змінний, з'ясування ступеня впливу випадкових чинників на об'єкт;
- аналітика наукової літератури для проведення порівняльного аналізу побудованих раніше моделей, подібних об'єктів та даної моделі;

На основі повного аналізу об'єкта чи явища за поданою схемою формується змістовна реалізація моделювання, в якій мають повинні бути виділені:

- ціль;
- тип моделі;
- вимоги до адекватності.

Тип моделі повинен відповідати результату сортування об'єкта чи явища, інакше є високий ризик того, що модель може бути не адекватною.

Концептуальна постановка задачі моделювання – це чітко визначений в термінологічному порядку список фундаментальних питань, а також бачення стосовно характеристик та поведінки об'єкта моделювання. Адекватність концептуальної моделі є основною передумовою адекватності загальної математичної моделі, яка формується на її основі.

Математична постановка задачі моделювання – це подані чітко структуризовані математичні закономірності, які задають характеристику об'єкта чи явища моделювання. Найбільш ефективними при реалізації моделей є алгебраїчні рівняння та системи, звичайні диференціальні рівняння і диференціальні рівняння в частинних похідних. Для того щоб перейти до наступного етапу, а саме від дослідження об'єкта чи явища до дослідження моделі, потрібно з'ясувати попередньо адекватність моделі, така ж умова необхідна для подальшого перенесення результатів на об'єкт моделювання. За відсутності додаткових вимог чи настанов адекватність моделі потрібно визначати на основі оцінок розбіжності значень вихідних змінних моделі та об'єкту при однакових значеннях вхідних змінних, розрахованих за результатами випробувань об'єкті моделювання. Якщо є певна відмінність значень виходу моделі чи об'єкту, причиною може бути передбачена

спрошеність моделі, відносна похибка обчислень чи вимірювань, пов'язаною з опрацюванням даних безпосередньо або переходом між різними системами числення та особливостями комп'ютерних обчислень.

Застосовуючи даний алгоритм математичного моделювання технологічного процесу, кожен розробник моделі може реалізувати ефективну побудову, яка забезпечить предметне подальше дослідження об'єкта чи явища за мінімальної розбіжності між даними.

Ефективно застосовує математичні моделі для моделювання технологічних процесів за поданою структурою в галузі управління програмне забезпечення «AnyLogic». Даний продукт використовує вищенаведену схему для моделювання бізнес-процесів, надаючи можливість розробки моделей у виробництві, логістиці, сфері обслуговування тощо.

Працює за поданою структурою також успішний програмний продукт «Clobbi», який дозволяє створити математичну модель підприємства, керувати ним і відпрацьовувати різні стратегії управління, застосовуючи хмарні ресурси та технології. Завдяки правильності оцінки адекватності та об'єктивності концептуальної постановки задачі дане програмне забезпечення може також застосовуватися у галузях машинобудування та металообробки, виробництва будівельних матеріалів та будівництва, харчової та хімічної промисловості, виробництва товарів широкого попиту тощо.

Наступним прикладом роботи за даною схемою є програмне забезпечення «QForm VX» компанії «QFX Simulations Ltd» для математичного моделювання і оптимізації процесів роботи з металом.

Зрештою, беззаперечним доказом ефективності даного алгоритму побудови математичної моделі є міжнародний концерн «Siemens», який є лідером з постачання програмного забезпечення для моделювання технологічних процесів у галузі машинобудування та суміжних сферах. Основними об'єктами математичного моделювання є технологічні процеси функціонування складальних ліній і цехів із робітниками, функціонування роботизованих виробництв, математичні моделі робітників та визначення за їх допомогою ергономічних характеристик обладнання і процесів, рух матеріалів, сировини, складових частин та логістика, функціонування виробництв тощо.

Висновки. Беззаперечну ефективність побудови математичної моделі за вказаним принципом та аналіз такої реалізації на основі досліджень та прикладів роботи успішних програмних продуктів та компаній показано. Основною прерогативою даних моделей є скінченність, спрошеність і повнота. По-перше, модель фіксує лише скінчену кількість характеристик та відношень і через це, по-друге, модель завжди є простішою, ніж оригінал. По-третє, повнота моделі полягає у відображенні всіх істотних з точки зору мети моделювання властивостей оригіналу. Серед інших переваг варто згадати також низьку вартість створення математичних моделей, швидке отримання результатів дослідження та можливість проведення подальших експериментів для перевірки правильності побудови моделей.

Посилання

1. Кветний Р. Комп'ютерне моделювання / Р. Кветний, І. Богач, О. Богач, О. Софіна // Методи обчислення: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj_komp'yuterne_modelyuvannya_system_procesiv/t1/11.htm
2. Станжицький О. Основи математичного моделювання / О. Станжицький, Є. Таран, Л. Гординський. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. – 260 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ГРАФІВ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАВІГАЦІЇ ТА ЛОГІСТИКИ

Студент Е.В. Грищенко

Керівник - канд. фіз.-мат. наук А.С. Чуйков

Відокремлений структурний підрозділ «Київський фаховий коледж комп'ютерних технологій та економіки НАУ», м. Київ

Теорія графів широко застосовується у різних сферах людської діяльності, зокрема, у навігації та логістиці. Розв'язання багатьох логістичних задач призводить до необхідності побудови оптимальних маршрутів (мінімальних за довжиною, часом або вартістю; максимальних за швидкістю тощо). Для пошуку найкоротшого маршруту у транспортній мережі, яка описується орієнтованим зваженим графом, використовується алгоритм Дейкстри [1, 5]. Він був запропонований у 1959 році і використовується при умові, що граф не має від'ємних ваг. Разом з пошуком найкоротшого шляху між двома заданими вершинами a і b , він знаходить найкоротші відстані від вершини a до усіх інших вершин графа.

Едсгер Вібе Дейкстра – один з розробників концепції структурного програмування, дослідник формальної верифікації і розподілених обчислень. Він брав активну участь в розробці мови програмування Алгол і написав перший компілятор Алгол-60. Він просував відмову від використання інструкції GOTO – оператора безумовного переходу. У 1972 році став лауреатом премії Тьюринга, а у 2002 році отримав щорічну премію, вручену симпозиумом по принципах розподілених обчислень. Пізніше ця премія отримала назву *премії Дейкстри*.

На мові програмування Python [3] використовуючи алгоритм Дейкстри нами було розроблено програму для пошуку найкоротшого маршруту між обласними центрами України. На рис. 1 подано основний цикл алгоритму.

Для реалізації програми вводяться назви початкового і кінцевого населених пунктів. Наприклад:

> Звідки: Київ
> Куди: Львів

```

while i_arr <= i_repeat:
    min_arr = min_None(arr_all[-1])
    arr_min = find_match(arr_all[-1], min_arr)
    j_arr = 0

    for i_min in arr_min:
        arr_nums = []
        for i in range(0, len(arr[0])):
            if arr_all[-1-j_arr][i] == None:
                arr_nums.append(None)
            elif arr_all[-1-j_arr][i] == min_arr:
                arr_nums.append(None)
            elif int(arr[i_min][i]) == 0:
                arr_nums.append(infinity)
            elif int(min_arr+int(arr[i_min][i]))<=arr_all[-1][i]:
                arr_nums.append(min_arr + int(arr[i_min][i]))
            else:
                arr_nums.append(arr_all[-1-j_arr][i])
        if arr_all[-1-j_arr][i]!=None and arr_nums[i]!=None:
            if arr_all[-1-j_arr][i] < arr_nums[i]:
                arr_nums[i] = arr_all[-1-j_arr][i]
        arr_all.append(arr_nums)
        j_arr += 1
    i_arr += 1
    
```

Рисунок 1 – Фрагмент циклу програми

Після обробки ми отримаємо результат у вигляді списку, що буде мати в собі назви всіх обласних центрів, які потрібно проїхати. А також числове значення, що вказує на відстань в км між початковою та кінцевою точкою. Наприклад:

['Київ', 'Житомир', 'Луцьк', 'Львів']

Відстань між містами: 540 км.

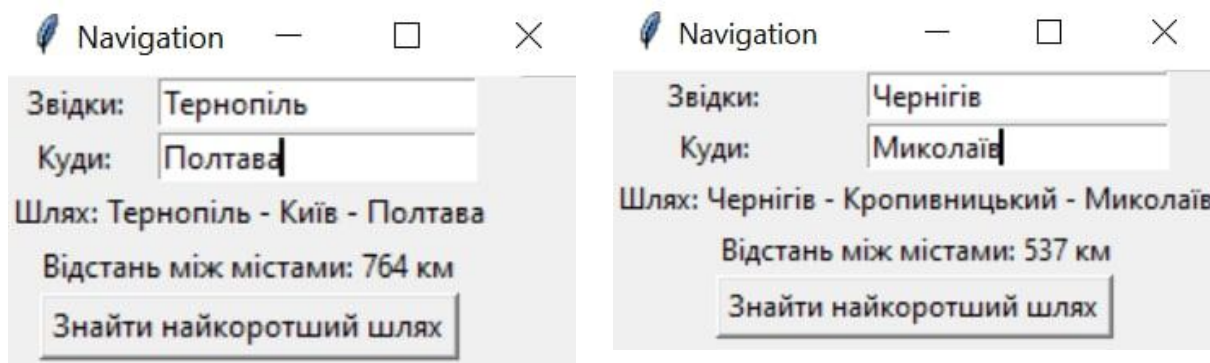


Рисунок 2 – Приклади роботи програми

Весь код програми можна знайти за посиланням: <https://github.com/UAcapitan/testGraph>.

Висновки

1. Алгоритм Дейкстри – ефективний метод пошуку найкоротшого шляху між вершинами у орієнтованому зваженому графі. Він використовується у програмуванні, системах навігації, логістиці, супутникових системах тощо.

2. Намові Python написано комп'ютерну програму для пошуку найкоротших маршрутів між обласними центрами України.

3. Надалі можливе впровадження в програму додаткових початкових умов, наприклад, заборона відвідування деяких міст або ділянок доріг.

Посилання

1. Dijkstra, E. W. A note on two problems in connexion with graphs [Text] / E. W. Dijkstra // Numerische Mathematik. – 1959. – V. 1. – 271 p.
2. NetworkX для удобной работы с сетевыми структурами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/125898/> – Назва з екрану. – Дата звернення: 20.03.2021 р.

3. Алгоритм Дейкстры для поиска кратчайшего пути в Python [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://python-scripts.com/dijkstras-algorithm>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 20.03.2021 р.
4. Кирсанов М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы. – М.: Издательство ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 168 с. ISBN 5-7046-1168-0.
5. Солодовник М.С., Асланов А.М. Сравнительный анализ традиционных алгоритмов маршрутизации в компьютерной сети. Радиоелектронні і комп'ютерні системи, 2014, №2 (66). С. 98-103.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ПІСЛЯ 3D ДРУКУ

Пошукач – зав. лаб. Г.М. Довганюк

Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування ДНУ м. Дніпро

Керівник –доц., канд. техн. наук С.Л. Негруб

Зав. лаб., канд. техн. наук С.О. Абрамов

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Вступ. Терміном «Індустрія 4.0» вже традиційно називають один з основних етапів Четвертої промислової революції - повну автоматизацію виробництв. Попередні три зміни промислових парадигм - це механічне виробництво, масове виробництво, а потім цифрова революція. Можна сказати, що Індустрія 4.0 - це просто об'єднання трьох попередніх епох у виробництві, але в той же час нова концепція відкриває великі можливості і робить промисловість більш ефективною, ніж будь-коли раніше[1].

Професор Клаус Шваб в книзі «Четверта промислова революція» описує Індустрію 4.0 як «нові технології, що поєднують фізичний, цифровий і біологічний світи, що впливають на всі дисципліни, економіки і галузі. Ці технології мають великий потенціал для того, щоб підключити мільярди людей до мережі і кардинально підвищити ефективність бізнесу і організацій»[1-2].

До даних технологій зараховують такі збірні поняття прийдешніх технологій: великі дані; інтернет речей; віртуальна і доповнена реальність; 3D-друк; друкована електроніка; квантові обчислення; блокчейн [3].

Таким чином, поряд з робототехнікою та інтелектуальними системами адитивне виробництво, або 3D-друк є однією з ключових технологій, що стимулює розвиток Індустрію 4.0[3].

Домінантою розвитку національної промисловості, на нашу думку, повинні стати адитивні технології (прототипування, 3D-printing). За оцінками, вони дозволяють збільшити продуктивність праці в 30 разів, довести коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) до 98%, знизити масу конструкції на 50%. При цьому до мінімуму скорочується тривалість циклу

від креслення до виробу, різко знижуються операційні та капітальні витрати, зростає екологічна безпека всіх технологічних переділів. З урахуванням цих чинників, застосування адитивних технологій забезпечить вихід на стадію нового індустріального розвитку, а також утримає промисловість країни на світовому рівні.

Постанова проблеми.

SLM або Selectivelasermelting - інноваційна технологія виробництва складних виробів за допомогою лазерного плавлення металевих порошків за допомогою математичних CAD-моделей (3D-друк металом). За допомогою SLM створюють як точні металеві деталі для роботи в складі вузлів і агрегатів, так і нероз'ємні конструкції. Установки SLM допомагають вирішувати складні виробничі завдання промислових підприємств, що працюють в авіакосмічній, енергетичній, машинобудівній і приладобудівній галузях. Їх застосовують в університетах, конструкторських бюро, використовуються при проведенні науково-дослідних і експериментальних робіт.

Офіційним терміном для опису технології є «лазерне спікання», хоча він дещо не відповідає дійсності, так як матеріали (порошки) піддаються не спіканню, а плавленню до утворення гомогенної (густої, пастоподібної) маси.

Процес друку починається з поділу цифрової 3D-моделі виробу на шари товщиною від 10 до 100 мкм з метою створення 2D-зображення кожного шару виробу. Галузевим стандартним форматом є STL- файл. Цей файл надходить до спеціального машинного програмного забезпечення, де відбувається аналіз інформації та її порівняння з технічними можливостями машини [4].

На основі отриманих даних запускається виробничий цикл побудови, що складається з безлічі циклів побудови окремих шарів виробу.

Велику роль в процесі плавлення відіграють параметри обробки, такі як потужність лазера, швидкість і напрямок сканування, діапазон сканування (ширина сканування), температура порошкового шару і параметри порошку. Все це впливає на формування треку.

Слід зазначити, що кількість розплавленого матеріалу зменшується зі зменшенням ширини сканування [5]. Вже нанесений матеріал може діяти як тепловідвід енергії лазера, і цей ефект збільшується зі зменшенням інтервалу сканування. Більш того, повторне сканування твердого металу поглинає менше енергії, ніж порошок. Ці два ефекти означають, що перший сканований трек розплавляє більше матеріалу, ніж наступний. Таким чином, перший трек завжди більше, ніж наступний, у разі, коли ширина сканування менше, ніж зона затвердіння порошку.

Мікроструктура побудованих деталей при SLM друку має дефекти, які можна класифікувати як пори. Пористість можна пояснити злиттям і затвердінням порошкового матеріалу, тобто злиттям часток розплавленого порошку зі зменшенням обсягу і збільшенням щільності, а також наявністю термокапілярних сил, що виникають в результаті злиття частинок порошкоподібного матеріалу [6]. Наявність пор і порожнин негативно позначається на механічних властивостях продукту, оскільки навіть одна пора

може зменшити міцність через концентрацію напружень на її краях, особливо в клиноподібних порах, званих тріщинами. Окрім того існує необхідність в доопрацюванні виробу після спікання, що є головним мінусом технології 3D-друку. Крім того, принтер створює шаровані об'єкти, щільність яких априорі невисока, а, відповідно, міцність також залишає бажати кращого.

Таким чином, сказане раніше свідчить про те, що досить детально вивчений технологічний спосіб 3Д – друку ще має повно не досліджених питань, пов'язаних з особливостями застосованого матеріалу, якістю отриманого виробу, перш за все з їх механічними властивостями, а також з якістю отриманої поверхні та прогнозованістю її забезпечення на партії виробів.

Мета роботи. Дослідження якості поверхні після спікання порошкоподібного матеріалу за технологією Selectivelasermelting.

Матеріали та методи дослідження.

Лабораторні дослідження проводились в лабораторії кафедри технології машинобудування НМетАУ. Досліджувались зразки, отримані на установці SLM 280HL (КБ «Південне», м. Дніпро), з матеріалу Alloy 625 (Inconel 625).

Значення шорсткості досліджувалось за допомогою безконтактного інтерференційного 3-D профілографа «Micron-alfa» виробництва ВАТ «Мікрон-система», Україна, який дозволяє реєструвати топографію поверхні шляхом обробки послідовності інтерференційних даних (картин), зафіксованих цифровою камерою при зміщенні опорного (еталонного) дзеркала.

Механічна обробка виконувалась на прецизійному токарному верстаті WEILER Primus VCD з безступеневим регулюванням частоти обертання асинхронного двигуна змінного струму. Подача складала 0.1мм/об, що належить рекомендованим параметрам, частота обертання швидкість головного руху 1000об/хв.

Результати та їх обговорення.

Дослідження зразків, отриманих на установці SLM 280HL з матеріалу Alloy 625 (Inconel 625) ставить під сумнів надійність деталей, надрукованих методом селективного лазерного плавлення.

Такі ж результати були отримані вченими з Університету Карнегі - Меллона при дослідженні зразків [7]. Американські вчені провели синхротронне рентгенівське сканування виробів, надрукованих методом пошарового наплавлення ЕВМ з порошку Ti6Al4V, який сьогодні широко використовується для адитивного виробництва. Раніше вважалось, що на відміну від інших методів спосіб електронно-променевого впливу забезпечує плавлення абсолютно всіх частинок порошку, за рахунок чого матеріал виходить однорідним і міцним. Однак виявилось, що це не так.

Зразки було отримано на обладнанні КБ «Південне». Дослідження, проведені на базі лабораторії НМетАУ та її обладнанні. Було виконане спікання матеріалу Alloy 625 (Inconel 625), після чого зразок було розділено

на кілька частин, а саме на дві частини для дослідження – без механічної обробки та з механічною обробкою.

Механічно зразок був оброблений на прецизійному токарному верстаті WEILER Primus VCD для отримання шорсткості поверхні після точіння різцем фірми KORLOY.

Дослідження шорсткості поверхневого шару після спікання без механічного впливу

Дослідження, проведені на базі лабораторії НМетАУ та на 3-D профілографі «Micron-alfa», показали наявність на шліфі з зразка 1 (без механічної обробки) діаметром 17.8 мм різних видів мікрodefektів (близько 10-50 мкм) і субмікрodefektів (менше 10 мкм).

Дані отриманих defektів представлені на рисунках 1-4.

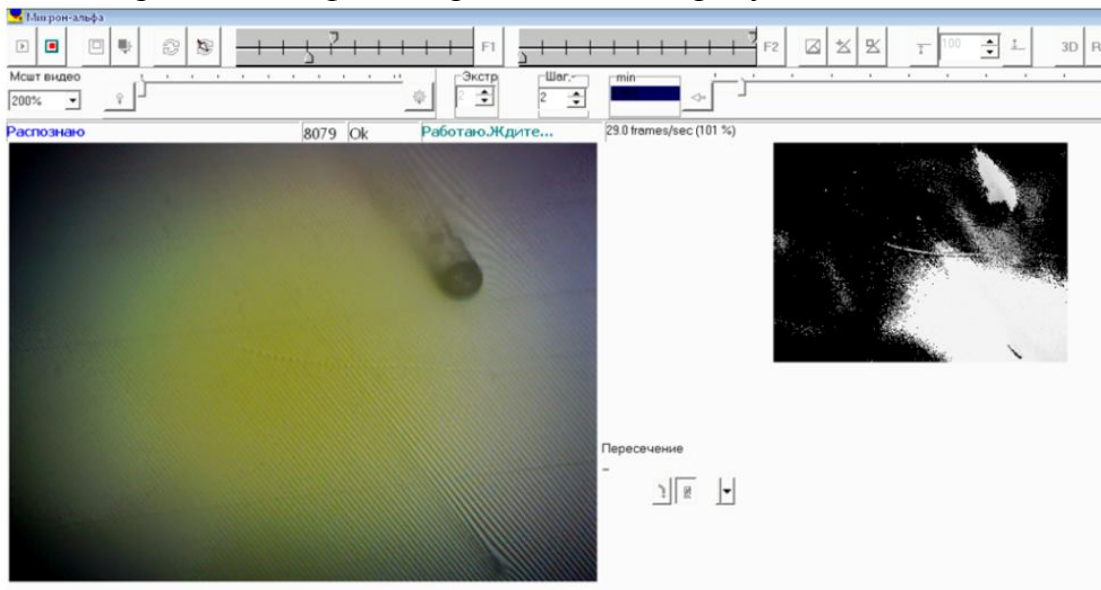


Рисунок 1 — Дільниця шліфа 1
Ø 17,8 мм, матеріал Alloy 625 (Inconel 625)

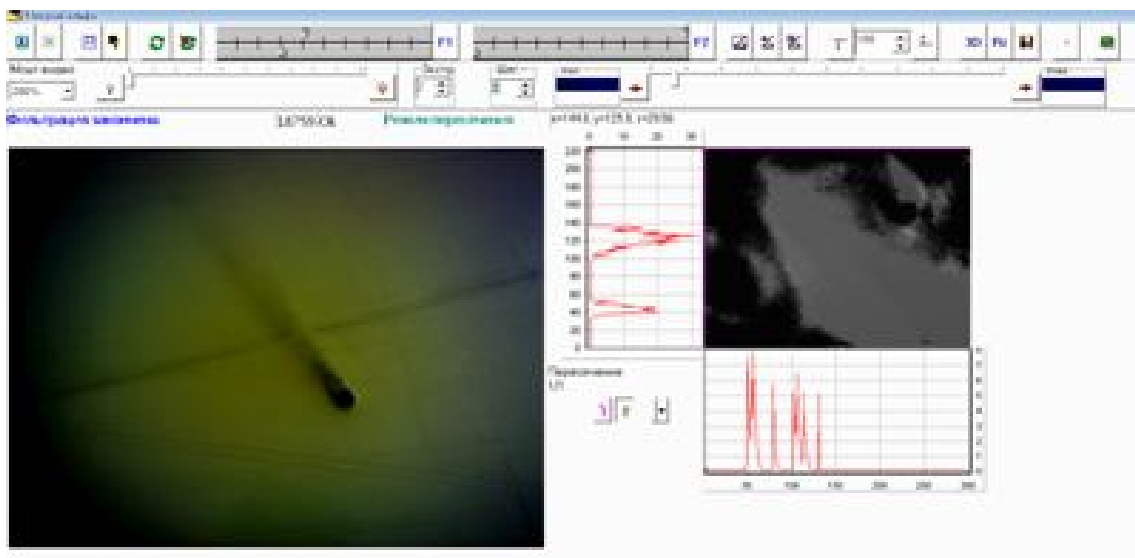


Рисунок 2 — Дільниця шліфа 2
Ø 17,8 мм, матеріал Alloy 625 (Inconel 625)

Розглянуті дефекти мають пористу структуру, це означає, що всередині матеріалу можуть утворитись слабкі ділянки, в результаті навантаження яких деталь може бути знищена. Це відбувається тому, що при 3D-друці в об'єкті формуються невеликі порожнини, тому що бульбашки інерційного газу проникають у матеріал з робочих камер 3D-принтера. У процесі плавлення та затвердіння вони нікуди не зникають.

На рисунках 1-2 чітко видно наявність темного кольору круглої форми. Це пора, утворена в процесі спікання. На рис. 3 подане зображення пори у збільшеному вигляді, з якого зрозуміло, що форма пори не відповідає круглій формі.

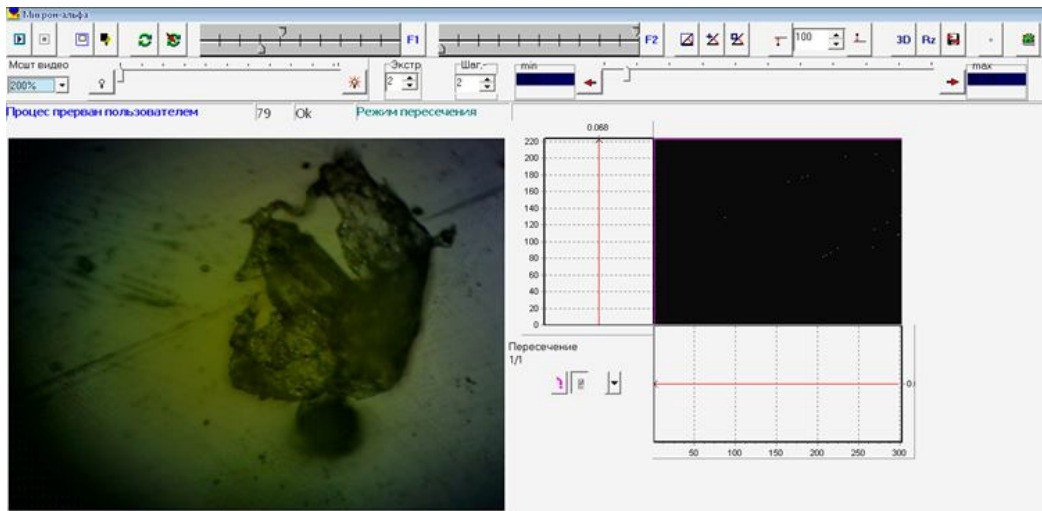


Рисунок 3 — Дільниця шліфа 3
Ø 17,8 мм, матеріал Alloy 625 (Inconel 625)

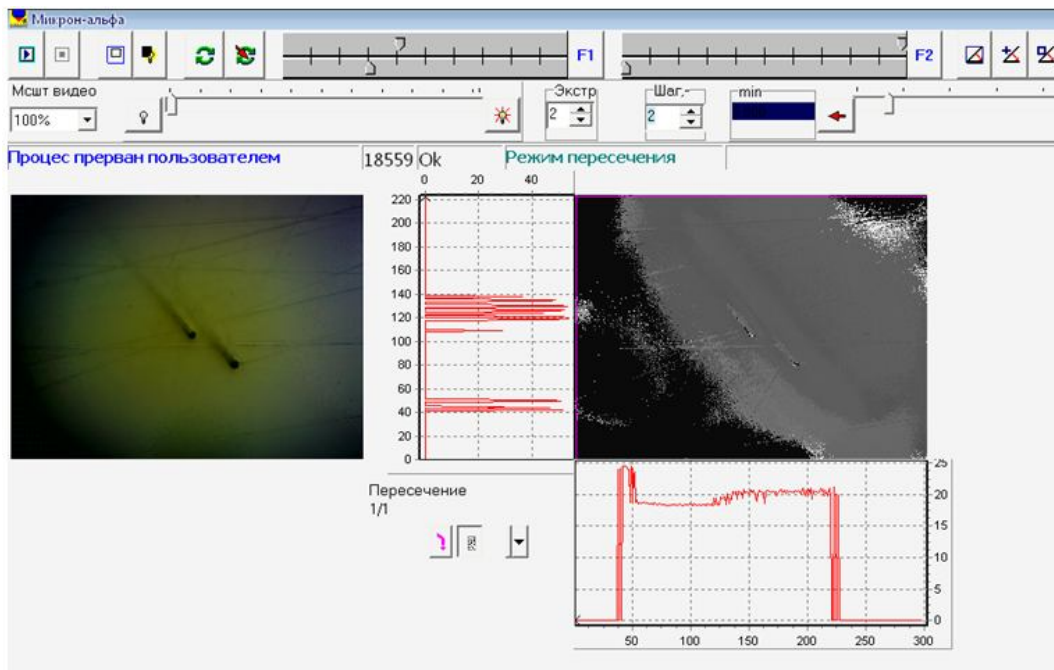


Рисунок 4 — Дільниця шліфа 4
Ø 17,8 мм, матеріал Alloy 625 (Inconel 625)

Зображення дефектів у 3D просторі площині зображено на рис. 5-6.

Найгірше те, що дефектні ділянки розподілялися нерівномірно по об'єму та, якщо кілька подібних ділянок знаходяться поруч, то, швидше за все, виріб буде мати дуже низький показник міцності від утомленості та знижену довговічність і міцність. Дане явище назване «паровим заглибленням», вивчене недостатньо й вимагає додаткового дослідження.

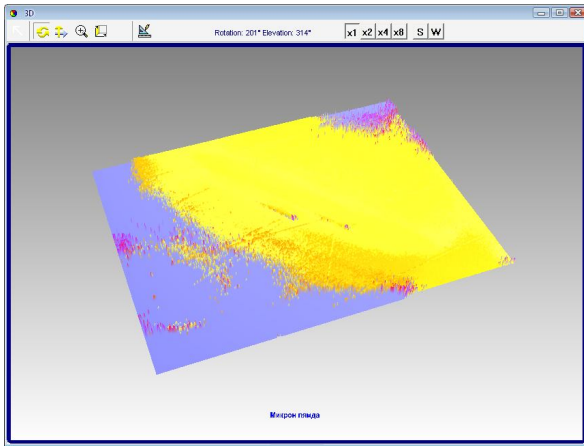


Рисунок 5 – Зображення в 3D просторі площини ділянки шліфа 4

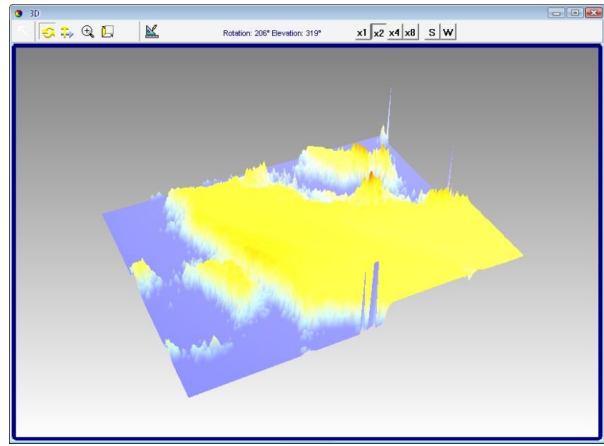


Рисунок 6 – Зображення в 3D просторі площини ділянки шліфа 1

Дослідження шорсткості поверхневого шару після спікання після механічного впливу.

Подальші дослідження були продовжені на шліфах із зразка 2 після токарної обробки. Обробці підлягав торець зразка. Для механічної обробки була використана пластина фірми KORLOY DNMG 150604-VM матеріал пластини твердого сплаву з покриттям NC5330. Рекомендовані параметри різання, умови різання, обробні матеріали та основні лінійні розміри, введені на рисунку 8.


СМП	Обозначение	Твердые сплавы с покрытием										Керметы		Твердые сплавы		Линейные размеры, мм					Режимы резания		Применение						
		NC3010	NC3120	NC3220	NC3000	NC9020	NC5300	PC8110	PC5100	PC9000	NC6205	NC6210	NC315K	CN1000	CN2000	CN20	CC105	CC115	U20	H01	G10	l	d	t	r	d _h	SoB (мм/об)	t (мм)	Обозначение
DNMG-VM  Полуостровое точение	110404-VM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	11.2	9.525	4.76	0.4	3.81	0.05-0.30	0.90-4.00	MDJNR/L	B107
	110408-VM	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10.8	9.525	4.76	0.8	3.81	0.10-0.50	1.00-4.00	MDNNN	B107
	110412-VM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10.3	9.525	4.76	1.2	3.81	0.13-0.50	1.30-4.00	MDQNR/L	B108
	150404-VM	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	15.1	12.7	4.76	0.4	5.16	0.05-0.30	0.90-5.00	MDUNR/L	B132
	150408-VM	•••••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	14.7	12.7	4.76	0.8	5.16	0.10-0.50	1.00-5.00	PDJNR/L	B96, 150
	150412-VM	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	14.4	12.7	4.76	1.2	5.16	0.13-0.60	1.30-5.00	PDNNR/L	B96
	150604-VM	•••••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	15.1	12.7	6.35	0.4	5.16	0.05-0.30	0.90-5.00	PDNLR/L	B128
	150608-VM	•••••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	14.7	12.7	6.35	0.8	5.16	0.10-0.50	1.00-5.00	PDUNR/L	B129
150612-VM	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	14.4	12.7	6.35	1.2	5.16	0.13-0.60	1.30-5.00			

Рисунок 7 — Характеристика пластин [8].

Обробка проводилась на прецизійному токарному верстаті WEILER Primus VCD з безступеневим регулюванням частоти обертання асинхронного двигуна змінного струму. Подача становила 0.1 мм/об, частота обертання 1000об/хв. Вид поверхні торця зразка зображений на рисунку 8. Зображення обробки в 3D просторі наведено на рисунку 9.

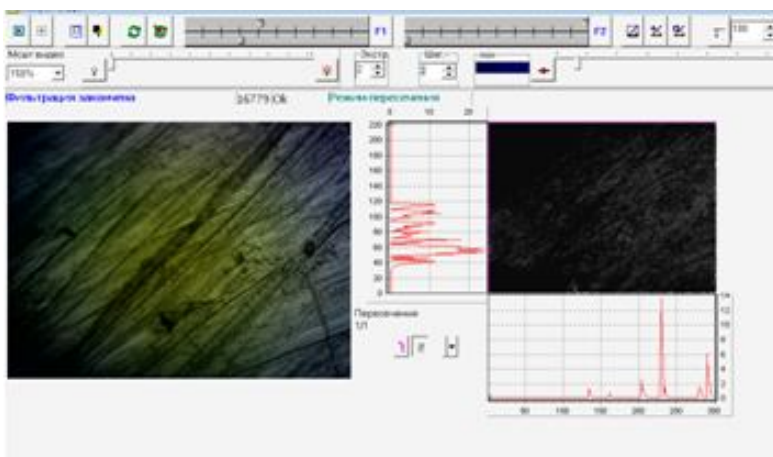


Рисунок 8 – Поверхня після обробки

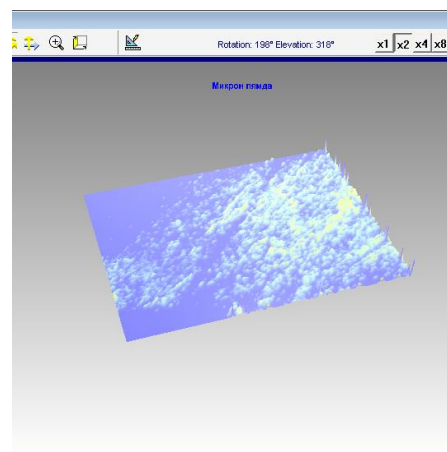


Рисунок 9 – Зображення в 3D просторі

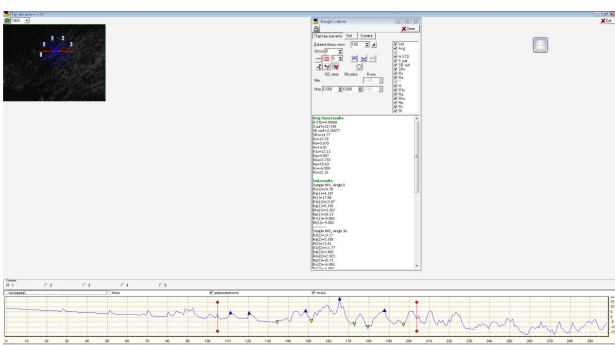


Рисунок 10 – Шорсткість дільниці 1 шліфа

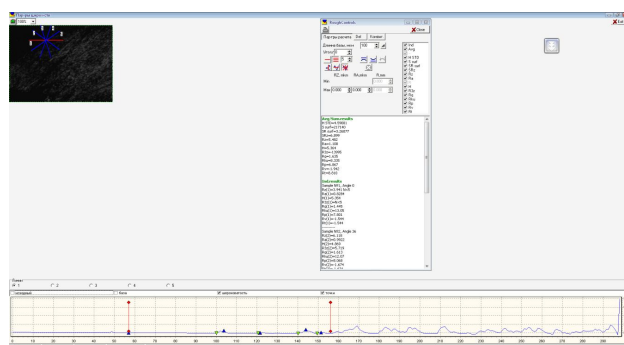


Рисунок 11 – Шорсткість дільниці 2 шліфа

Були отримані зображення рисок в результаті проходу різця через дефекти. Вони є чіткими направленими лініями, які утворились внаслідок протягування різцем абразивної частки – включення, яка потрапила на поверхню шліфа під час плавлення порошку та збереглась у початковому стані.

Абразивне включення проявило себе під час підготовки поверхні для дослідження та під час механічної обробки різцем утворила направлену риску. Таких часток може бути більше однієї.

Дослідження шліфа в 2 точках показали наступні показники шорсткості $R_a = 3.67$ і $R_a = 1.108$ (рис. 10 і 11). Більше значення шорсткості поверхні отримане в місці, яке припадає на дільницю риси, яку утворило абразивне включення за допомогою різця.

Менше значення шорсткості поверхні відповідає ділянці шліфа, на якій відсутні дефекти.

Висновки

1. Досліджуваний зразок з матеріалу Alloy 625 (Inconel 625) отриманий при певній швидкості сканування, на шліфах якого були виявлені різні дефекти, що можуть вплинути на міцність готового виробу.

2. Вимірювання шорсткості на поверхні шліфа після механічної обробки різцем ділянки з дефектом поверхні та без них склав відповідно $R_a = 3.67$ мкм (з дефектами), та $R_a = 1.108$ (без дефектів), що впливає на якість виробу в цілому.

3. Створення нових, проривних технологій в 3-D друці неможливо без дослідження процесів, що відбуваються в зоні плавлення порошку. Дані дослідження необхідні перш за все для вивчення причин і факторів, що впливають на утворення дефектів в процесі плавлення.

Посилання

1. 7 ключевых технологий Индустрии 4.0: от машинного обучения до 3D-печати [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hightech.fm/2020/03/19/industry-4-0>
2. К. Шваб Четверта промислова революція. Формуючи четверту промислову революцію. «Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля», 2019. 416 с.
3. Четвёртая промышленная революция. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Четвёртая_промышленная_революция
4. Процеси порошкової металургії. Версія 1.0 [Електронний ресурс]: курс лекцій / Є. М. Осокін, А. А. Артем'єва. - Електрон. дан. (5 Мб). - Красноярськ: ППК СФУ, 2008.
5. I. Smurov, I. Yadroitsev, "Surface Morphology in Selective Laser Melting of Metal Powders," Physics Procedia, vol. Vol. 12, pp. 264-270, 2011.
6. P.Mercelis, J.-P.Kruth, Residual stresses in selective laser sintering and selective laser melting, Rapid Prototyp. J.12 (5) (2006)254–265.
7. Есть ли будущее у порошковой 3D-печати металлами? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/is-there-a-future-for-powder-3d-printing-metals>
8. Каталог фірми KORLOY. Основи токарної обробки металла <http://lab2u.ru/osnovy-tokarnoi-obrabotki-metalla-na-stankakh-universalnykh-i-s-chpu-osnovnye-tekhnologicheskie-operacii-tekhnologiiia-prodolnogo-i-profilnogo-tocheniia-podrezka-tortca-zagotovki-teoriiia-tokarnogo-dela-struzhka-problemy-i-resheniia-tokarki-slovar-lab2u.html>

ЧИСЕЛЬНИЙ ДОСЛІД З 2D МАТЕМАТИЧНОЮ МОДЕЛЛЮ ШЛАКОВОГО СПІНЕННЯ У МЕТАЛУРГІЙНОМУ КОНВЕРТОРІ

*Канд. техн. наук, ст. викл. К.С. Красніков, аспірант М.В. Лижов
Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське*

Для перевірки адекватності розробленої математичною моделі використовуються такі припущення: загальна кількість газу повинна бути збережена у випадку закритого об'єму, а також поле тиску повинно збільшуватися відповідно до отриманої кількості газу; у разі переміщення вільної поверхні рівень піни повинен змінюватися відповідно до приходу газу і повертатися до початкового значення після того, як весь газ піде з рідини.

Представлені малюнки ілюструють зміну рівня піни у випадку, коли газ надходить у розплав протягом перших 20 секунд з лінійним зниженням до

нуля через 20 секунд. Обчислювальна область має 72×144 комірок. Ефективність обчислень знижується, коли рівень піни зростає, оскільки в розрахунку бере участь більше клітин. На рисунках показано газове поле (кольором) і поле швидкості (стрілками) для двох випадків: коли об'єм закритий і коли поверхня розплаву рухається.

Чисельний експеримент виконувався виходячи з наступних параметрів:

- 1) Область розрахунку має висоту 2 м, а радіус – 1 м. Кількість комірок по радіусу – 72, а по висоті – 144.
- 2) Крок за часом – 0,001 с.
- 3) Максимальний об'єм газу подається у першій чверті радіусу області на початку досліду і лінійно з часом зменшується до нуля на 20 секунді.
- 4) Швидкість газу відносно рідини прийнято сталою величиною, яка визначається окремо – 0,1 м/с.
- 5) Початковий рівень розплаву складає 0,5 м.

На рисунку 1 кольором зображено поле газу (синій – майже нульова об'ємна частка, червоний – приблизно третина комірки зайнято газом). Стрілками позначено поле швидкості розплаву – у верхній частині рисунка знаходиться рівень поверхні, який майже у два рази перевищив початкову глибину розплаву.

Поле газу рухається вверх, прискорюючи розплав і наздоганяючи поверхневий рівень розплаву, який підвищився першим. Очевидно, чим менша швидкість газу відносно розплаву, тим вище буде підійматися рівень. Результат моделювання розплаву у замкненому просторі показано на рисунку 2. Вихори розплаву, прискорюючись полем газу, переміщуються зліва направо та навпаки. На рисунках кожен вектор відображає напрямок і величину, усереднені поміж дев'яти векторів розрахованого поля швидкості.

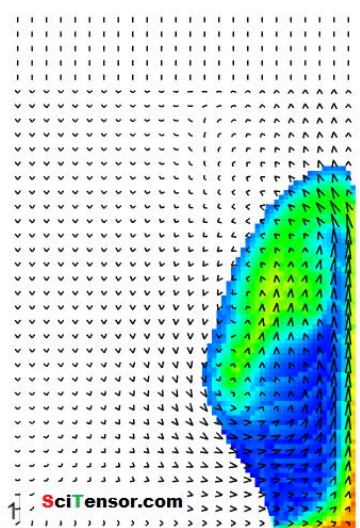


Рисунок 1 – 4-та секунда модельного часу у випадку вільної плоскої поверхні середовища рідина-газ

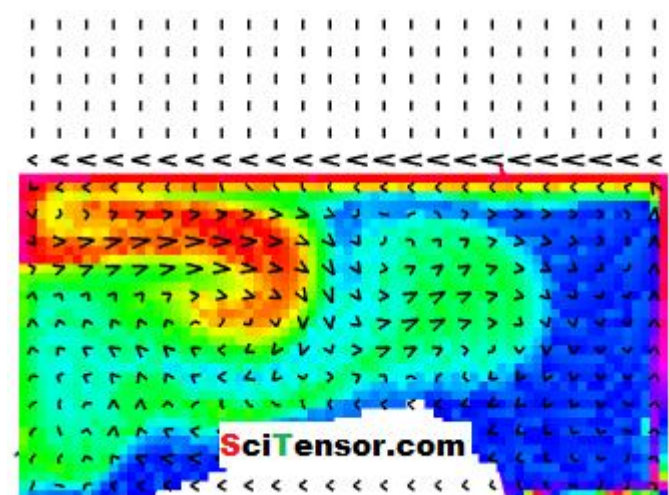


Рисунок 2 – 10-та секунда модельного часу у випадку замкненого простору

Висновки

Одержані розв'язки модельних задач підтверджують якісну адекватність моделі: зокрема досліджено консервативність поля газу; зміна рівня розплаву відбувається у відповідь на подачу газу в розплав і узгоджується з його виходом з розплаву. 2D-візуалізація здійснюється у комп'ютерній програмі, розробленої на популярній мові програмування.

ПРО СИСТЕМУ КЕРУВАННЯ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» НА БАЗІ СУЧАСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Студент Д.В. Марцин

Керівник – асистент Н.М. Болгова

Кафедра ЕОМ

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У 21 сторіччі світ став найшвидшим за усі час існування людства. Багато процесів життя пришвидшуються, кількість інформації, яку людина може отримати за секунду, стала просто неймовірно великою. Тому побутові, рутинні справи на фоні цього починають займати значу частину часу. Інженери та програмісти створюють технології, що дозволяють спростити та перекласти певні справи на управління програмами, автоматизувати певні процеси. Такими предметами є, наприклад, чайник, або кавоварка, що за сигналом, або таймером готують каву. Але, коли кількість “розумних” речей у домі сягає, наприклад, десяти, то стає складно керувати та налаштувати їх усіх без втрати коштовного часу. Задля того, щоб об'єднати процес управління такими речами та було вигадано систему “Розумний будинок”. По-перше, система забезпечує комфорт для користувача. Вона може автоматично підтримувати оптимальну температуру, вологість та інше. Крім того, використання автоматизованої системи управління побутовою технікою значно підвищують рівень безпеки житла. По-друге - допомагає користувачу знизити витрати на електроенергію, воду і тепло. Вона самостійно вимкне прилади, що не використовуються.

Система “Розумний будинок” складається з трьох підсистем: Перша – точка управління. Вона дозволяє людині керувати елементами системи, використовуючи різні засоби. Наприклад, спеціальний пульт керування, чи програма для мобільного телефона, чи стаціонарного комп'ютера. Взаємодія користувача з точкою управління може відбуватися або при безпосередньому знаходженні поруч із пультом керування, або за допомогою дистанційного з'єднання за допомогою мережі Ethernet, технології Bluetooth, або іншим методом. Друга – центральний контролер. Контролер отримує інформацію від компонентів системи та контролює їх роботу, отримує та обробляє команди

точки управління. Він може реагувати на неочікувані зміни, або несправності компонентів, вимикати, або сповіщати користувача про проблеми, тим самим забезпечуючи захист майна. Третя – виконуючий пристрій. Під цим терміном розуміються усі пристрої, що входять до системи та можуть керуватися контролером, точкою управління.

Метою доповіді є ознайомлення аудиторії з можливостями системи керування “Розумний будинок”, реальними проектами, та дослідження способів самостійного створення даної системи, а також які переваги та недоліки будуть виявлені в ході цього дослідження.

Питання, що розглядаються в доповіді, стосуються того, що таке система керування “Розумний будинок”, які існують проекти на проекти на ринку та чи завжди раціонально використовувати такі системи. Наведені дані показують, що реальні системи керування “Розумний будинок” на ринку зазвичай рекомендовано для тих випадків, коли кількість “розумних” речей у будинку зростає до позначки, після якої процес налаштування та керування цими системами окремо стає довгим. Використання такої системи є нераціональним для невеликої кількості предметів побуту та також є дорогим. Але для великих проектів покупка системи керування є гарним варіантом. Значним недоліком для використання чинних систем є їх дорожнеча, продаж систем з підсистемами, що не потрібні кінцевому користувачу, неможливість об’єднувати у єдину систему елементів від різних виробників. Для розв’язання цієї проблеми було створено проект на базі Arduino, що дозволяє самостійно обирати компоненти та є дешевим, але надійним аналогом наявних дорогих систем.

Посилання

1. Ву Т.З. Анализ систем автоматизированного управления умным домом // Молодой ученый. – 2011. – №4. Т.1. – С. 28-29.
2. Intelligent Buildings: Design, Management & Operation / edited by Derek Clements-Croome. – London: Thomas Telford Publishing, 2004. – 408 p.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО СИНХРОННОГО ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Нач. проектного отдела, канд. техн. наук А.Н. Минко

ГК «Экополимер», г. Харьков

Одним из наиболее перспективных способов ускорения процесса проектирования (расчета и моделирования) преобразователей электромеханической энергии является метод параметризации в рамках функциональной возможности выбранной САПР. В настоящее время существует множество программы для параметрического проектирования

електрических машин: КОМПАС 3D, Creo Parametric (Pro/Engineer), Autodesk (AutoCAD), SolidWorks (SolidWorks Simulation, SolidWorks Electrical), ANSYS, COMSOL Multiphysics, MATLAB и др.

Особенностью разработки и изготовления электрических машин является необходимость соблюдения, в процессе проектирования электромеханического преобразователя энергии, норм механических, электромагнитных и тепловых (вентиляционных) нагрузок будущей машины. В связи с этим, параметрические методы и модели значительно усложняются по количеству переменных и независимых функций, усложняются иерархия критериев, типов, связей до полипараметрических методов и моделей.

Целью настоящей работы является – разработать математическую модель полипараметрического проектирования трехфазного синхронного турбогенератора, на примере разработки сегмента сердечника статора.

Основной материал

Параметрическое моделирование (параметризация) – это моделирование (проектирование) с использованием параметров элементов модели, ее связей и функционального взаимодействия этих элементов и соотношений между этими параметрами. Параметризация позволяет за относительно короткое время просчитать различные конструктивные исполнения и компоновки и при этом минимизировать количество принципиальных ошибок в конструкции. Более подробно изложено в [1].

Наиболее нагруженным, с точки зрения протекания электромагнитных, тепловых (вентиляционных) и механических процессов является сердечник статора турбогенератора (ТГ). Проектирование такого магнитопровода является сложной и многокритериальной задачей и одновременно зависит от регулируемых параметров: плотность тока в обмотке статора, номинальное напряжение обмотки статора, установленная мощность ТГ и не регулируемых: теплофизические свойства среды охлаждения (воздух, водород, вода), электрофизических свойств изоляционных материалов, электромагнитных свойств магнитопровода и меди обмотки статора. Результатом моделирования этих показателей является определение геометрии будущего сердечника ТГ и поскольку сердечник статора представляет собой комплекс сегментов, образующих нашихтованные пакеты на корпус статора, то дальнейшее моделирование представим на примере конструкции сегмента сердечника статора ТГ.

На рис. 1 представлена схема магнитопровода ТГ. Достаточным условием для определения геометрии сегмента статора мы определяем: мощность ТГ, плотность тока в обмотке статора, среда охлаждения – водород, материал сегмента – сталь М250-50А по EN 10106, материал обмотки статора – провод ПСД-1 по ТУ302.08.003, класс изоляции по нагревостойкости – F. На рис.2 показано окно ввода параметрических показателей и их значения.

Разделим процесс полипараметрического построения модели на структурные части: а) электромагнитные показатели; б) тепло-вентиляционные показатели.

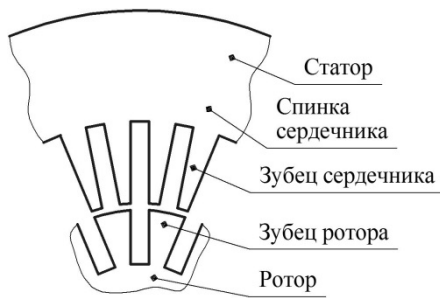


Рисунок 1 – Схема магнітопровода трехфазного синхронного турбогенератора

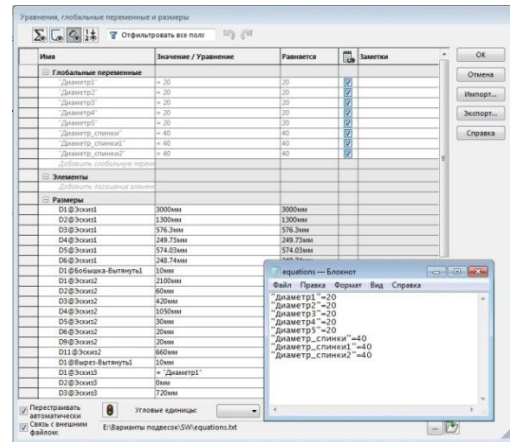


Рисунок 2 – Окно ввода параметрических показателей геометрии сегмента статора

а) используя основные положения общей теории электрических машин, мы определили наружный диаметр сердечника статора, диаметр его расточки, глубину паза, количество пазов и параллельных ветвей обмотки и т.д. [2]. Полученные значения определяем как граничные условия дальнейшего полипараметрического моделирования сегмента.

б) ограничивающим показателем охлаждения сердечника статора является коэффициент телепередачи его удельного объема, который состоит из теплопередачи зубцовой части сегмента (α_k) и теплопередачи спинки сердечника (α_s), Вт/°С·мм²:

$$\alpha_k = \frac{1 + 0,25 \cdot V_k \cdot 1,3 \cdot (p_N^{0,9})}{450} \quad (1)$$

где, V_k – скорость газа в вентиляционном канале рубцовой зоны сердечника статора, м/с; p_N – избыточное давление газа в ТГ, Па.

При этом используя ограничения теплофизических свойств водорода, и производительности встроенных газоохладителей определяем скорость движения охлаждающей среды по аксиальным каналам сердечника статора, м/с:

$$V_k = \frac{L \cdot 10^6}{\left(\frac{k_s}{2 \cdot k_s - 1}\right) \cdot n_{r1} \cdot b_{r1} \cdot [\pi \cdot (D_1 + h_{n1}) - z_1 \cdot b_{n1}]} \quad (2)$$

где, L – расход газа в канале, м³; k_s – количество струй в системе охлаждения сердечника статора; n_{r1} – количество вентиляционных каналов статора; b_{r1} – ширина (диаметр) вентиляционных каналов статора, мм; D_1 – диаметр расточки сердечника статора, мм; h_{n1} – глубина паза статора, мм; z_1 – количество пазов статора; b_{n1} – ширина паза статора, мм.

Преобразовав выражение (1) и (2) получим полипараметрический показатель теплоотдачи зубцовой зоны сегмента сердечника статора, который учитывает электромагнитные показатели ТГ:

$$\alpha_k = 1 + 0,25 \cdot \left(\frac{L \cdot 10^6}{\left(\frac{k_s}{2 \cdot k_s - 1}\right) \cdot n_{r1} \cdot b_{r1} \cdot [\pi \cdot (D_1 + h_{n1}) - \left(\frac{6 \cdot W_1 \cdot P_s \cdot b_{n1} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot S_{n1} \cdot j_1 \cdot q_{n1}}\right) \cdot b_{n1}]} \right) \cdot \frac{1,3 \cdot (p_N^{0,9})}{450} \quad (3)$$

где, w_1 – количество последовательных витков в фазе; P_s – номинальная мощность ТГ, кВА; U_N – номинальное линейное напряжение, В; S_{n1} – количество эффективных проводников в пазу; j_1 – плотность тока в обмотке статора, А/мм²; q_{a1} – сечение меди эффективного проводника обмотки статора, мм².

Аналогично определим коэффициент теплопередачи спинки сердечника, Вт/°С·мм²:

$$\alpha_s = \frac{1 + 0,25 \cdot V_s}{450} \cdot 1,3 \cdot (p_N^{0,8}) \quad (4)$$

где, V_s – скорость газа в вентиляционном канале в спинке сердечника статора, м/с.

$$V_s = \frac{L \cdot 10^6}{\left(\frac{k_s}{2 \cdot k_s - 1}\right) \cdot n_{r1} \cdot b_{r1} \cdot \pi \cdot (D_a + h_{a1})} \quad (5)$$

где, D_a – наружный диаметр сердечника статора, мм; h_{a1} – высота спинки сердечника статора, мм.

$$\alpha_s = 1 + 0,25 \cdot \left(\frac{L \cdot 10^6}{\left(\frac{k_s}{2 \cdot k_s - 1}\right) \cdot n_{r1} \cdot b_{r1} \cdot \pi \cdot \left[0,5 \cdot (l_{w1} - 2 \cdot l_1) \cdot \left(\frac{6 \cdot w_1 \cdot P_s \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot S_{n1} \cdot j_1 \cdot q_{a1} \cdot q_1} \right) + 2 \cdot h_{r1} + h_{a1} \right]} \right) \cdot \frac{1,3 \cdot (p_N^{0,8})}{450} \quad (6)$$

где, l_{w1} – длина витка обмотки статора, мм; l_1 – длина сердечника статора, мм; q_1 – количество пазов сердечника статора на полюс и фазу.

В результате полипараметрического моделирования по выражениям (3) и (6) получим геометрию сегмента статора с учетом его тепловой нагрузки и электромагнитных показателей при номинальной мощности ТГ 120 МВт, 200 МВт, 300 МВт и 500 МВт (см. рис. 3).

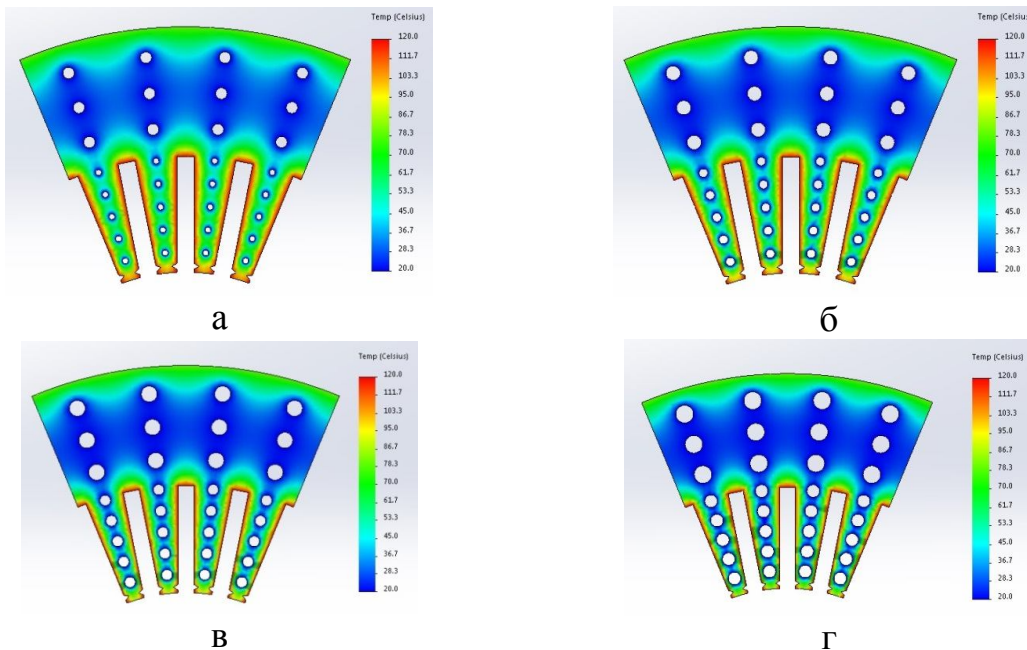


Рисунок 3 – Распределение температур в сегменте сердечника статора при различной мощности ТГ:

а - 120 МВт; б - 200 МВт; в - 300 МВт; г - 500 МВт.

Полученная полипараметрическая модель $P_{sf}(\alpha_k; \alpha_s)$ позволяет определить геометрию сегмента сердечника статора с учетом мощности ТГ и его тепловых нагрузок.

Из рис. 3 видно, что с увеличением мощности и тепловой нагрузки изменяются диаметры вентиляционных каналов. При этом может потребоваться изменение формы вентиляционного канала, главным образом в зубцовой зоне сегмента статора, по причине механического разрушения зубца при больших значениях диаметров вентиляционных каналов. Очевидно, что на рис. 3г требуется отказаться от простого вентиляционного канала и перейти на канал типа «просечка» вдоль зубца сердечника статора.

Выводы:

1. Полипараметрическая модель $P_{sf}(\alpha_k; \alpha_s)$ позволяет определить геометрию сегмента сердечника статора с учетом мощности ТГ и его тепловых нагрузок.

2. Полипараметрическое проектирование значительно ускоряет процесс определения сложных геометрических узлов электромагнитных преобразователей энергии.

Ссылки

1. Минко А.Н. Полипараметрическое проектирование электромеханических преобразователей энергии. – X Міжнародна конференція молодих вчених «Молоді вчені 2019– від теорії до практики». – Днепр. – 2019. – С. 196-201
2. Минко А.Н. Комплексный подход проектирования систем охлаждения крупных электрических машин (турбогенераторов). – Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2017. – №1. – С. 12–18.

АВТОМАТИЗОВАНА БІБЛІОТЕЧНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА

Студент Д.І. Моруга

Керівник - асистент Н.М. Бологова

Кафедра ЕОМ

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Автоматизована бібліотечна інформаційна система (АБІС) – система планування ресурсів підприємств для бібліотеки, які використовуються для відстеження бібліотечних фондів, від їх замовлення та придбання до видачі відвідувачам бібліотек. Автоматизація бібліотечно-інформаційного процесу, систем і мереж є комплексною проблемою, рішення якої направлено на підвищення продуктивності й ефективності праці персоналу й поліпшенню якості обслуговування користувачів [1].

Метою доповіді є дослідження сучасних засобів для побудови АБІС, які дозволять створити сучасну, ефективну АБІС.

В доповіді наводяться результати порівняння сучасних засобів для побудови АБІС. За допомогою оптимальних засобів створюється досліджувана АБІС. Виконується аналіз обраних засобів і створеної АБІС.

Побудова АБІС ЕБ і їхніх мереж визначається в рамках загальної схеми проектування складних технічних систем, адаптованої з урахуванням особливостей АБІС ЕБ, як складної соціальної й комунікаційної системи. Для АБІС ЕБ і їхніх мереж, у силу їхніх особливостей, соціальної спрямованості й пріоритетній ролі людського фактора, особливу роль у процесі проектного дослідження й розробки грає етап предпроектного дослідження, що вимагає старанності й повноти проведення всіх основних його складових.

Існують і реально використовуються (як правило у взаємодії) різні підходи до подання бібліотеки документів АБІС. Кожному з цих варіантів відводиться своя роль як при аналізі особливостей організації, на базі якої створюється АБІС, так при проектуванні власного втомчислі її архітектури, окремих вузлів зв'язків між ними оптимізації процесів управління технологічних схем, каналів передачі даних розробці окремих вузлів пропонованого технічного, інформаційного та лінгвістичного забезпечення. Найбільш поширеними варіантами подання АБІС є: організаційна схема, організаційно-функціональна схема, формалізована схема і представлення її у вигляді взаємодіючих підсистем різнорідних видів забезпечення [2].

Організаційно-функціональне представлення АБІС.

У зазначеному випадку бібліотека та її автоматизована система розглядаються як пов'язана сукупність їх основних структурних елементів з урахуванням головних особливостей їх функціонального призначення та організації взаємодії при вирішенні завдань, що визначають ефективність функціонування системи в цілому при всіх видах бібліотечно-інформаційного обслуговування та інформаційного забезпечення користувачів.

Формалізоване представлення бібліотеки.

Бібліотека розглядається як деяка комунікаційна система, призначена для інформаційного обслуговування певного кола користувачів і надання їм необхідного документального ресурсу. Основу діяльності та розвитку будь-якої бібліотеки як системи складає її головна компонента-бібліотечний фонд (БФ), який дозволяє (за своїм складом і призначенням) визначити один з видів класифікації бібліотек.

При виконанні робіт, пов'язаних з проектуванням АБІС, починаючи з предпроектного обстеження об'єкта автоматизації і завершуючи розробкою її програмно-технічних комплексів, засобів інформаційного забезпечення (зокрема складу і структур баз даних), найважливіше місце займає визначення та / або розробка складу завдань, що вирішуються системою і окремими її підсистемами.

При проектуванні автоматизованих інформаційних систем і, зокрема, створенні програмно-апаратних комплексів безліч призначених для

користувача і системних завдань має бути зведено до розумного мінімуму шляхом їх уніфікації. Використання уніфікації завдань, що вирішуються системою, дозволяє істотно спростити її архітектуру, скоротити часові і матеріальні витрати на розробку і практичну реалізацію програмного і технічного забезпечення підсистем і окремих функціональних вузлів системи і в кінцевому рахунку підвищити її техніко-економічну ефективність.

Посилання

1. Алёшин, Л. И. Автоматизация в библиотеке: уч. пособие. Ч.1./ МГУК; Л. И. Алёшин. - М.: Профиздат, 2001. - 176 с.
2. Воройский Ф.С. Основы проектирования автоматизированных библиотечно-информационных систем / Ф. С. Воройский. -М. : ГПНТБ России, 2002. - 389 с.

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ДОВІДНИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ХОЛОДНОДЕФОРМОВАНИХ ТРУБ ВОЛОЧІННЯМ НА ОПРАВКАХ

*Бакалаври А.В. Онікієнко, І.В. Шпонька, А.С. Сосницький
Керівники – проф., докт. техн. наук В.Ф. Балакін,
доц., канд. техн. наук І.А. Соловійова*

***Національна металургійна академія України (НМетАУ)
Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ
м. Дніпро***

Розроблено електронний програмний комплекс, як довідник для учбового процесу та впровадження в виробництво, що містить теоретичний матеріал з волочіння на оправках, розрахунок маршрутів волочіння, креслення, 3-D моделі, проект технологічного циклу виробництва.

Холодне волочіння труб - багато прохідний процес, циклічність якого і параметри кожного проходу встановлюються кінцевими розмірами необхідної труби і початковими розмірами заготовки. При волочінні труб використовується ряд допоміжних операцій: травлення, термообробка, нанесення технологічних мастил, знежирення і т.д. Розрахунок маршрутів і технологічних карт - складний і тривалий процес, допущення помилок в якому може привести до підвищеного кількості дефектів, браку, або неможливості виготовити трубу по заданому маршруту. Використання спеціалізованого програмного довідника при проектуванні маршрутів, технологічних карт, планування технологічного циклу виробництва дозволяє спростити і прискорити цей процес, прорахувати всі можливі варіанти маршрутів і вибрати найоптимальніший.

В роботах виконано аналіз технології виробництва труб оправочним волочінням, різні методики розрахунку маршрутів і технологічних карт. На підставі аналізу теоретичних і практичних даних розроблений алгоритм і комп'ютерна програма, призначена для розрахунку основних параметрів, маршрутів і технологічних карт всіх видів волочіння на оправці. В програму додано методики розрахунків, креслення інструменту, технологічний цикл виробництва, який розроблено в системі управління проектами MS Project.

При розробці програми використані методики та дослідження параметрів деформації при волочінні, які розроблені співробітниками НМетАУ [1-3].

В програмі розраховується напруження в трубі і необхідне тягове зусилля стану. Напруження в трубі порівнюється з гранично допустимим для обраної марки сталі і, якщо можливий обрив, програма повідомляє про це користувачеві. Виходячи з розрахованого необхідного тягового зусилля стана і таблиці основних волочильних станів, програма повідомляє, який стан обрати для здійснення процесу. Програма має можливість аналізувати діючі на виробництві маршрути (рисунок 1) або проектувати маршрут - розміри заготовки для отримання труби потрібного розміру (рисунок 2).

The screenshot shows a software window titled 'Розрахунок розмірів волоки'. It contains several input fields and a table of results. The 'Маршрути' dropdown is set to '100x8,5 > 92x6'. The 'Марка сталі' dropdown is set to '10'. The 'Тип мастила' dropdown is set to 'Мильний порошок'. The 'Кут нахилу стінки волоки' is set to '14°'. The 'Тип оправки' has 'Коротка' selected. The 'Розрахунок розмірів заготовки' section has 'За експериментальними даними' selected. The 'Кінцеві дані' table shows: Напруження, яке виникне у кінці труби, яка вийшла з волоки: 118,65 МПа; Мінімальне тягове зусилля, яке необхідне для волочіння: 162,09 кН; Для здійснення процесу з такими параметрами, підійде стан, зусиллям: 300 кН та більше; Коефіцієнт витяжки μ : 1.5. A status bar at the bottom indicates 'Процес волочіння пройде нормально'.

Рисунок 1 – Розрахунок напруження, тягового зусилля та аналіз діючого маршруту виробництва

The screenshot shows the same software window as Figure 1, but with 'За пропорційністю' selected in the 'Розрахунок розмірів заготовки' section. The 'Кінцеві дані' table shows: Напруження, яке виникне у кінці труби, яка вийшла з волоки: 132,01 МПа; Мінімальне тягове зусилля, яке необхідне для волочіння: 159,7 кН; Для здійснення процесу з такими параметрами, підійде стан, зусиллям: 300 кН та більше; Коефіцієнт витяжки μ : 1.57. The status bar at the bottom indicates 'Процес волочіння пройде нормально'.

Рисунок 2 – Розрахунок та аналіз нового маршруту волочіння

Додані креслення, моделі розташовані на різних вкладках і містять види волочіння, нові процеси (рисунок 3), тривимірні моделі та технологічний цикл виробництва (рисунок 4).

Висновок

Результати роботи запропоновані в розрахунки маршрутів, допустимого напруження волочіння та технологічних карт виробництва з метою оцінки маршрутів при проектуванні нової технології при оправочному волочінні та впроваджені в учбовий процес для виконання лабораторних, курсових та кваліфікаційних робіт бакалаврів та магістрів.

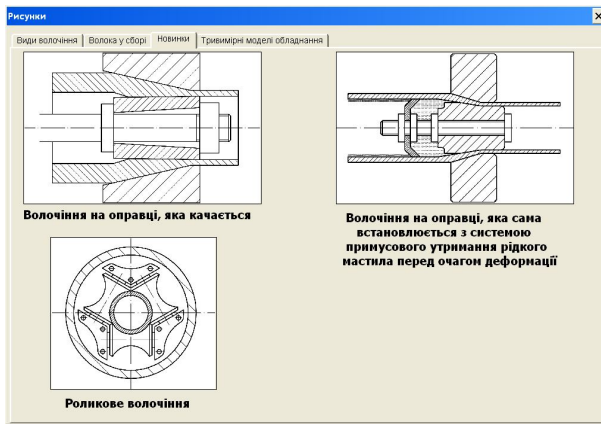


Рисунок 3 – Приклади креслення нових процесів в програмі

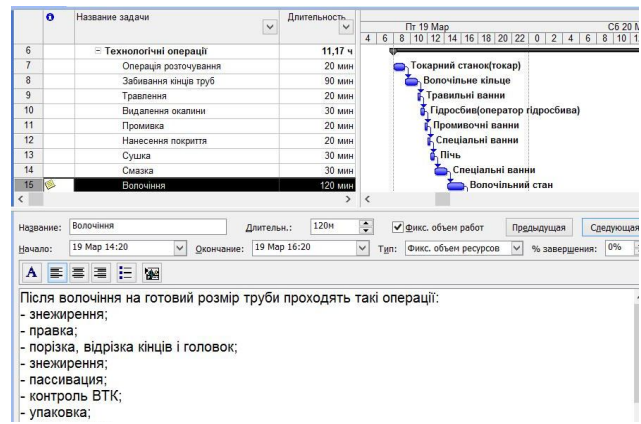


Рисунок 4 -Технологічний цикл виробництва в програмі

Посилання

1. Балакин, В.Ф. Проектирование маршрутов безоправочного волочения на основе уточненной математической модели / В.Ф. Балакин, И.А. Соловьева, О.В. Сергеева, А.С. Голубицкий, Н.А. Кащенко //Теория и практика металлургии. – 2012. - №1-2. - С. 60-64.
2. Соловйова, І.А. Проектування комбінованих маршрутів виробництва холоднодеформованих труб / І.А. Соловйова, В.Ф. Балакін, Ю.М. Николаєнко, К.С. Білан // Системні технології. – 2017. – С.56-62.
3. Кучеренко, В.Р. Анализ существующих режимов деформации при волочении и разработка рекомендаций по их оптимизации: Отчет о НИР / В.Р. Кучеренко, Е.В. Кондратьев, И.А. Соловьева. – Днепропетровск: ДМетИ, 1976. – 91 с.

СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ГРАВЦІВ ПІД ЧАС ФУТБОЛЬНОГО МАТЧУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Студент І.О. Пономаренко

Керівник – асистент Н.М. Бологова

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Метою розробки системі вважаю розв’язання декількох проблем. Під час футбольного матчу існує потреба ідентифікації гравців. Коментуючи гру необхідно пізнати цільових осіб дій. Не всі матчі проводяться з коментаторами, у цьому разі для глядача гостро стає проблема розпізнавання гравців. Система відеодопомоги арбітрам може бути вдосконалена виявленням гравців які потрапляють у кадр для більш точного рішення в спірних моментах матчу.

Основні технології використані в системі: комп’ютерній зір, обробка зображень, теорія розпізнавання образів.

Штучний інтелект (ШІ) - це інтелект, продемонстрований машинами, на відміну від природного інтелекту, що відображається людьми та тваринами,

що включає свідомість та емоційність. Розрізнення між першими та останніми категоріями часто виявляється через обрану абревіатуру. "Сильний" ШІ зазвичай позначається як AGI (штучний загальний інтелект), тоді як спроби наслідувати "природний" інтелект називаються ABI (штучний біологічний інтелект). Провідні підручники зі штучного інтелекту визначають цю галузь як вивчення «розумних агентів»: будь-який пристрій, який сприймає навколишнє середовище та здійснює дії, що максимізують його шанси на успішне досягнення своїх цілей. У розмовній формі термін "штучний інтелект" часто використовується для опису машин (або комп'ютерів), що імітують "когнітивні" функції, які людина пов'язує з людським розумом, наприклад, "навчання" та "вирішення проблем".



Рисунок 1 - Етапи тренування ШІ

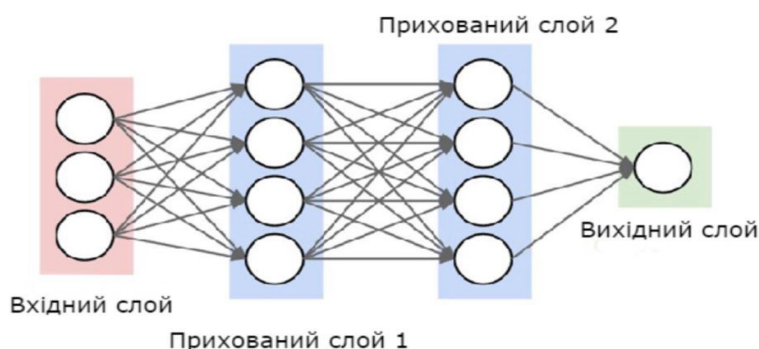


Рисунок 2 - Схема тренування ШІ

Комп'ютерний зір або комп'ютерне бачення – теорія та технологія створення машин, які можуть проводити виявлення, стеження та визначення об'єктів.

Цифрова обробка зображень - це використання цифрового комп'ютера для обробки цифрових зображень з використанням алгоритму. Як категорія або область обробки цифрових сигналів, обробка цифрових зображень має багато переваг перед обробкою аналогових зображень. Це дозволяє застосовувати до вхідних даних набагато ширший діапазон алгоритмів і дозволяє уникнути таких проблем, як накопичення шуму і спотворення під час обробки.

Оскільки зображення визначаються у двох вимірах (можливо, більше), цифрова обробка зображень може моделюватися у вигляді багатовимірних систем. На генерацію та розвиток цифрової обробки зображень в основному

впливають три фактори: по-перше, розвиток комп'ютерів; по-друге, розвиток математики (особливо створення та вдосконалення дискретної теорії математики); по-третє, збільшився попит на широкий спектр застосувань у навколишньому середовищі, сільському господарстві, військовій галузі, промисловості та медичній науці.

Розпізнавання зразків - це автоматичне розпізнавання зразків та закономірностей у даних. Він має застосування в статистичному аналізі даних, обробці сигналів, аналізі зображень, пошуку інформації, біоінформатиці, стисненні даних, комп'ютерній графіці та машинному навчанні. Розпізнавання зразків бере свій початок у статистиці та техніці; деякі сучасні підходи до розпізнавання зразків включають використання машинного навчання, завдяки збільшенню доступності великих даних та новому обсягу обробної потужності. Однак цю діяльність можна розглядати як дві сторони однієї сфери застосування, і разом вони зазнали значного розвитку за останні кілька десятиліть. Системи розпізнавання зразків у багатьох випадках навчаються на основі мічених "навчальних" даних, але коли відсутні мічені дані, інші алгоритми можуть бути використані для виявлення раніше невідомих зразків. KDD та видобуток даних приділяють більше уваги некерованим методам та міцнішому зв'язку з діловим використанням. Розпізнавання шаблонів більше зосереджується на сигналі, а також бере до уваги отримання та обробку сигналу. Він виник у техніці, і цей термін популярний у контексті комп'ютерного зору: провідна конференція з комп'ютерного зору називається Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.

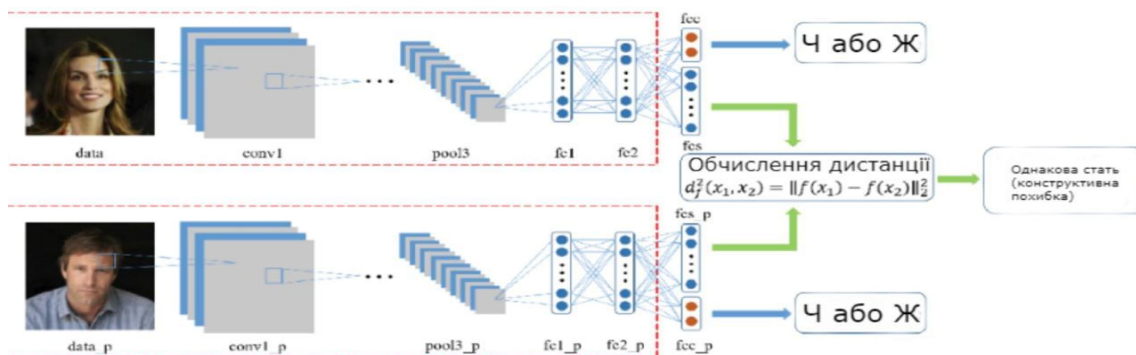


Рисунок 3 - Модель розпізнавання образів

Функції автономного детектування, застосовані у системі.

Візуалізація: цифрові зображення отримують з одного або декількох датчиків зображення, крім різних типів фоточутливих камер, є датчики відстані, радари, ультразвукові камери тощо.

Попередня обробка: перш ніж застосовувати технічні засоби комп'ютерного зору до відеоданих для вилучення певної інформації, відеодані потрібно обробити, щоб задовольнити певні вимоги залежно від використовуваного методу. Вилучення деталей: деталі зображення різного рівня складності витягуються з відеоданих.

Виявлення/сегментація: на певному етапі обробки приймається рішення про те, які точки або ділянки зображення важливі для подальшої обробки.

Обробка на високому рівні: на цьому етапі вхідні дані зазвичай представляють невеликий набір даних, наприклад, набір точок або ділянку зображення, на якому передбачається розміщення певного об'єкта.

Розроблена програма буде демонструвати розвиток машинного зору та алгоритмів роботи з зображенням.

Посилання

1. Gonzalez, Rafael (2018). Digital image processing. New York, NY: Pearson. ISBN 978-0-13-335672-4. OCLC 966609831.
2. Azriel Rosenfeld, Picture Processing by Computer, New York: Academic Press, 1969
3. Dana H. Ballard; Christopher M. Brown (1982). Computer Vision. Prentice Hall. ISBN 978-0-13-165316-0.

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ ІНЖЕНЕРА-ПРОЕКТУВАЛЬНИКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

Курсант О.І. Серяк

Керівник - викладач, канд. техн. наук О.А. Антошкін
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій
факультету пожежної безпеки

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

Світова практика автоматизації роботи інженера-проектувальника систем автоматичного протипожежного захисту на теперішній час знаходиться на досить високому рівні. Програмне забезпечення для автоматизованих робочих місць розробляється багатьма як вітчизняними так і закордонними ІТ-компаніями. Розглянемо найбільш відомі програмні продукти, якими користуються фахівці.

Програма-проектувальник систем пожежної та охоронної сигналізації CONFX. Дозволяє розраховувати необхідний склад системи, її електричні характеристики, загальну вартість та розміщувати обладнання на плані об'єкту.

Програмний комплекс NanoCAD ОПС. Орієнтований на проектування систем пожежної сигналізації с визначенням їх кількісного складу та місць розміщення обладнання. Дозволяє підключати бази даних виробників обладнання та використовувати цю інформацію в проекті.

Спеціалізована програма для будівельного проектування AutoCAD MEP. Окрім реалізації будівельних проектів, проектування електричних, гідравлічних, сантехнічних систем, дозволяє проектувати системи пожежної сигналізації та оповіщення з підключенням спеціалізованих бібліотечних компонентів.

Програма Project StudioCS ОПС орієнтована на виконання проектів систем пожежної та охоронної сигналізації, відеоспостереження. Дозволяє скласти повний комплект документів для монтажу вказаних систем.

Програма для проведення розрахунків параметрів автоматичних систем водяного та пінного пожежогасіння ГидРаВПТ. Здатна визначати склад системи, характеристики зрошувачів та трубопроводів систем автоматичного пожежогасіння

водою та повітряно-механічною піною, обирати водоживлювач з необхідними гідравлічними характеристиками.

Наведені вище програмні продукти суттєво спрощують роботу інженера-проектувальника. Вони скорочують витрати часу на проектування, зменшують ймовірність впливу на результат людського фактору, підвищують рівень візуалізації проекту. Відповідно зменшують загальні витрати не тільки на проектування, а й на проведення монтажних робіт.

Але слід відзначити, що більшість програмного забезпечення для проектування систем автоматичного протипожежного захисту мають жорстку регіональну прив'язку. Це пояснюється тим, що кожна держава має свою нормативно-правову базу щодо системи забезпечення пожежної безпеки. Якщо розглянути як приклад Україну, яка зараз знаходиться на шляху інтеграції до європейської спільноти, то сучасні нормативні документи стосовно систем автоматичного протипожежного захисту базуються на європейських стандартах EN. Але мають власну адаптивну частину. Тому гостро стоїть проблема регіональної адаптації програмних продуктів [1, 2]. Крім того, в багатьох державах, і в Україні зокрема, розповсюджена практика сертифікації продукції протипожежного призначення. Відповідно бази даних обладнання, які часто інтегровані в програмні продукти і пропонують користувачам вибір необхідного обладнання для конкретного проекту, потребують суттєвої і принципової переробки та доповнення.

Крім того, як показав аналіз програмних продуктів, більшість з них розв'язують виключно інженерні задачі. Без спроби оптимізувати склад системи, її вартість, зменшити бюджет витрат на обладнання об'єктів системами автоматичного протипожежного захисту. Що є актуальним для потенційних споживачів в умовах всесвітньої кризи, що пов'язана з пандемією коронавірусу SARS-CoV-2.

Висновки:

1. Використання закордонних програмних продуктів для проектування систем автоматичного протипожежного захисту без їх регіонального адаптування недоцільно. Для використання закордонних програмних продуктів з проектування систем автоматичного протипожежного захисту обов'язковим є їх «супроводження» в межах конкретної держави з оперативними адаптивними змінами в разі необхідності.

2. Актуальною є задача розробки програмного продукту, який би ґрунтувався на використанні науково-обґрунтованих підходів і дозволяв би оптимізувати кількісний склад проектів систем автоматичного протипожежного захисту без втрати їх функціональності і порушення відповідності вимогам вітчизняних нормативних документів.

Посилання

1. Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Настанови щодо побудови, проектування, монтування, введення в експлуатацію, експлуатування і технічного обслуговування (CEN/TS 54-14:2004, IDT) : ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009. [Чинний від 2010-01-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2009. 68 с.
2. Стационарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування (EN 12845:2004+A2:2009, IDT) : ДСТУ Б EN 12845:2011. [Чинний від 2011-07-12]. К. : Мінрегіон України, 2011. 218 с.

СЕКЦІЯ 4

**«ХАРЧОВА І ПЕРЕРОБНА ПРОМИСЛОВІСТЬ,
СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ТА ІНШІ ГАЛУЗІ
ЕКОНОМІКИ.
ЕКОЛОГІЯ»**

Модератор

Ю.О. СТУПАК

канд. техн. наук, доцент

WORKSHOP 4

**« FOOD AND PROCESSING INDUSTRY,
AGRICULTURE AND OTHER SECTORS OF THE
ECONOMY.
ECOLOGY »**

Moderator

Yurii STUPAK

PhD(Eng.), Assoc. Prof.

КЛІМАТОЛОГІЯ СТРУМИННИХ ТЕЧІЙ НИЖНЬОГО РІВНЯ (СТНУ) ПО СТ. КИЇВ ТА ОДЕСА У 2019 р. ТА ВИСОТИ ЇХ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ

Ст.гр. В-41 М. Бабаченко

Керівник – ст. викладач О.В. Шанюк

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса

Струминні течії нижніх рівнів як правило виникають в досить різноманітних метеорологічних умовах, які можуть відрізнятися широким спектром характеристик своїх полів [1,2], тому необхідність всебічного аналізу фізичних механізмів та розвитку струменів є одним із важливих етапів розробки та вдосконалення методів їх прогнозування.

Метою наведеної роботи є визначення кліматології струминних течій нижнього рівня на станціях Київ та Одеса для виявлення періодів року, коли їх дослідження є найбільш актуальним.

На першому етапі роботи, були відібрані випадки з наявними струминними течіями нижнього рівня (СТНР) за даними радіозондування по вказаним станціям України.

За струминну течію нижнього рівня приймався випадок, коли в межах 2 км шару від поверхні землі, на деякій висоті відмічалися різкі посилення швидкості вітру (від 10 м/с і більше на осі) на 1 м/с на кожні 100 метрів на нижній межі та різке зниження її, також, на 1 м/с на кожні 100 метрів висоти над віссю. [2]

За максимальну швидкість на осі в різних наукових роботах відмічаються різні значення швидкості. Здебільшого від 15 м/с, але в деяких роботах швидкості вітру на осі коливалися в межах 10 – 12 м/с.

В представлений роботі, за основу обрана швидкість 10 м/с.

В результаті отримали таблицю 1, із якої бачимо, що в Одесі найчастіше відмічаються СТНУ (56%) ніж в Києві і це при нерегулярних спостереженнях за рік (відмічалось багато пропусків).

Таблиця 1 – Кількість випадків СТНР над станціями Київ та Одеса за 2019 рр. (00 СГЧ)

Одеса	Київ	Σ
10	6	18
56%	44%	100

При цьому слід зазначити, що знайдені випадки не зовсім відображають картину повторюваностей СТНР в силу того, що по-перше, радіозондування бралися лише за 00 СГЧ (в Києві були р/з і за 12 год), по-друге, в процесі проведення радіозондування є висока імовірність пропуску шару з СТНР. Але, не дивлячись на це, деякі закономірності в розподілу шарів СТНР,

максимальних швидкостей на їх осях та переважного напрямку вітру в них, вдалося виявити.

Якщо розглянути повторюваність СТНР за сезонами року, то, згідно рис. 1 видно, що максимум повторюваності СТНР припадає на теплий період року в Одесі (87%), в той час як в Києві – практично однаковий розподіл.

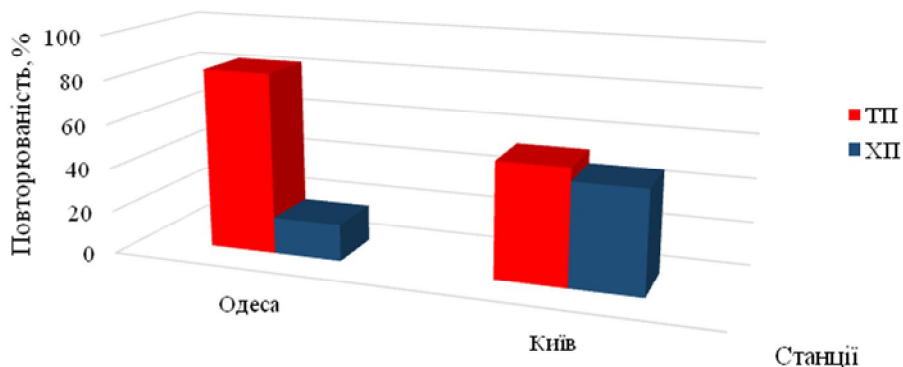


Рисунок 1 – Повторюваність (%) СТНР на станціях України за 2019 рр. по сезонам року

Розподіл середніх висот осе струминних течій нижнього рівня дозволив виявити, що в Одесі струмені розташовуються значно нижче ніж в Києві (табл. 2).

Таблиця 2 – Середній рівень осі СТНР за тепле та холодне півріччя за 2019 рр. по станціям України

	Одеса	Київ
Серед.рів. ТП	495	1100
Серед.рів. ХП	723	1387

Найнижчий рівень відмічався в Одесі (як в теплий період так і в холодний), найвищий в Києві в холодне півріччя.

Аналіз переважних напрямків вітру на осі СТНР по станціям України показав, що в Одесі, найчастіше струминна течія нижнього рівня відмічалася в холодне півріччя при північно-східних та східних напрямках вітру, а в тепле – східних та південно-східних. У Києві найчастіше СТНУ відмічалися при північно-західних та північних напрямках в холодне півріччя та південно-західних напрямках – в тепле. При цьому, слід зазначити, що при інших напрямках періодично також відмічаються СТНУ, але з меншою повторюваністю. Циркуляційні умови, при яких спостерігалися СТНУ – південні та північно-західні циклони, але найбільшу повторюваність СТНУ мають в антициклональному полі та при блокуючих процесах. Також, в багатьох випадках наявності СТНУ паралельно з ними спостерігалися і СТ більш високих рівнів зі значними швидкостями на осі.

В результаті виконаної роботи зроблені наступні **висновки**:

- Найбільшу повторюваність над територією України мають СТНР в Одесі (56%).

- Максимум повторюваності СТНР в Одесі відмічається в тепле півріччя, в той час як в Києві – в холодне.

- Мінімальна висота осі СТНР відмічається в тепле півріччя для обох станцій, при цьому в Одесі складає 495 м, в Києві -1100 м.

- Типовою синоптичною ситуацією, при якій найчастіше відмічалися СТНР – малорухомі антициклони, північна периферія південних циклонів, та глибока улоговина з північного-заходу.

В перспективі, планується розширити вибірку до десяти років, розглядати як нічні струмені так і денні та дослідити взаємозв'язок СТНУ з формуванням конвективних явищ.

Посилання

1. Ивус Г.П., Агайар Э.В., Мищенко Н.М. Статистические характеристики скорости ветра в районе Одессы // Культура народов Причерномор'я. - 2006. -№67. – С. 21-24.
2. Ивус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б.: Струйные течения нижних уровней атмосферы: Монография / ОДЕКУ. Одеса, ТЭС, 2018. – 156 с.

СПОСОБИ ОТРИМАННЯ ПОЛІЛАКТИДУ

Магістранти - Н.Р. Бицкало, О.О. Приліпко

Керівник - доц., канд. техн. наук О.В. Іщенко

доц., канд. техн. наук І.О. Ляшок

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ

Обмеженість запасів природної вуглеводневої сировини, яка використовується для отримання полімерних матеріалів та загострення екологічних проблем на нашій планеті, у зв'язку з накопиченням не утилізованих полімерів, намічає тенденцію уповільнення темпів виробництва синтетичних полімерів. Тому в даний час приділяється більше уваги збільшенню екологічності виробництва і зменшенню впливу на навколишнє середовище. Разом з цим все більше уваги припадає на виробництво полімерних біорозкладних матеріалів [1].

Біопластики здатні поліпшити баланс між негативним впливом пластмас на навколишнє середовище і екологічними вигодами. Аналіз життєвого циклу біорозкладаних пластиків показав, що викиди вуглекислого газу можуть скоротитися до 30-70% в порівнянні зі звичайними полімерами [2].

Країни Європи є найбільшим ринком збуту біорозкладних пластиків в світі, а також лідером в галузі їх досліджень. Отже розробка біорозкладних полімерів є в даний час важливою, значущою та перспективною.

Одним з напрямків отримання біорозкладних полімерів на основі поновлюваних ресурсів є синтез полімолочної кислоти (полілактиду).

Продуктами розпаду полілактиду є вода та вуглекислий, що робить його відмінним матеріалом для застосування в різних галузях, зокрема, в медицині. Полілактид має високу технологічність у порівнянні з іншими біоматеріалами та може перероблятися класичними методами, такими як екструзія, лиття і видувне формування. Це дає всі можливості для використання даного полімеру для виготовлення тари та упаковки. Стосовно витрат енергії на виробництво, то виготовлення полілактиду споживає на 25-55% менше ніж полімерів на нафтовій основі [2].

Незважаючи на швидке зростання попиту, виробництво біопластика до 2022 року все ще буде становити менше 1% від загального виробництва пластиків. Співвідношення ціни біополімерів з ціною звичайних пластиків наразі є великою на користь синтетичних полімерів. Для успішного розвитку індустрії біопластика потрібно оптимізувати процеси виробництва та екологічну політику регіонів поки не буде досягнуто прийнятної ціни для споживачів.

Полілактид може бути отриманий різними способами. Існує три методи синтезу високомолекулярного полімеру: пряма поліконденсація, поліконденсація з азеотропної відгонкою води, полімеризація лактиду з розкриттям кільця.

В промисловості для виробництва полілактиду зазвичай використовують комбінацію поліконденсації молочної кислоти і полімеризації отриманого лактиду (рис. 1) [3].

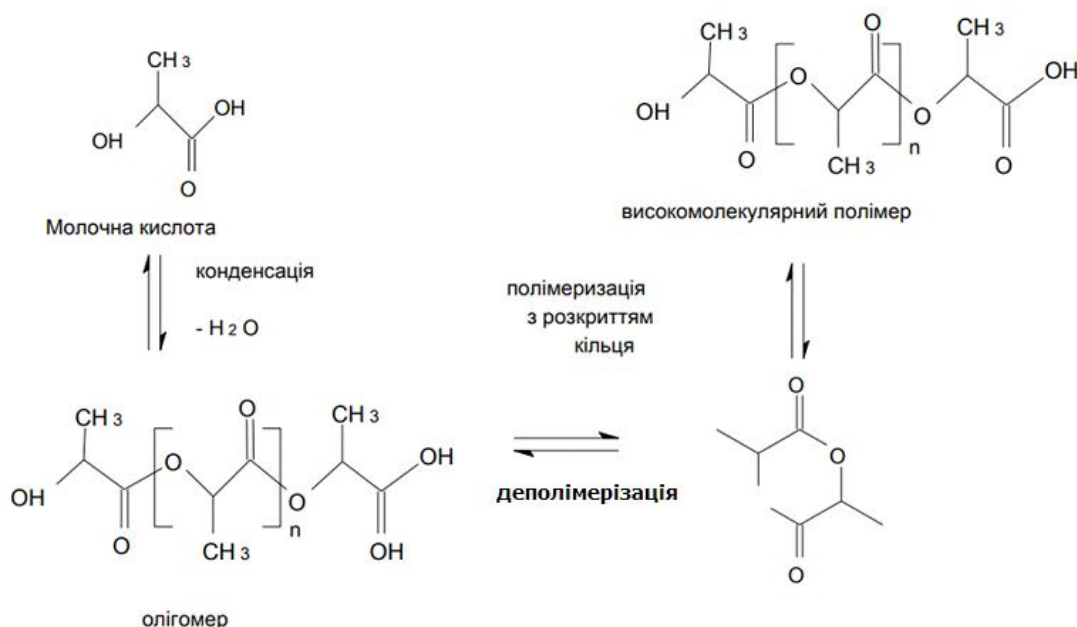


Рисунок 1 - Схема процесу конденсації

Початком процесу синтезу полілактиду є поліконденсація молочної кислоти з утворенням олігомерів і низькомолекулярного полімеру. Цей процес включає в себе три етапи: поліконденсація, отримання лактиду і полімеризація з розкриттям кільця циклічного лактиду.

На першому етапі проводять концентрацію молочної кислоти при температурі до 160°C протягом 2-х годин для отримання олігомерів лактиду шляхом відведення води при атмосферному тиску в атмосфері інертного азоту. На другому етапі проводять перегонку лактиду при температурі 220°C та зниженому тиску 0,02 МПа. Температура конденсатора повинна бути на рівні 90°C для запобігання затвердіння продукту. Потім отриманий лактид піддають промивці холодною водою, фільтруванню та висушуванню при температурі 40°C .

На третій етапі отриманий проводять синтез полілактиду в присутності каталізатора і при температурі 140°C протягом двох годин [3].

Ще один спосіб отримання полілактиду, блокова полімеризація лактид. На світовому ринку фірма CargillDow LLC розробила і запатентувала подібний процес, який має суттєві екологічні та економічні вигоди. Цей процес починається з отримання молочної кислоти шляхом ферментації глюкози, та подальшою безперервною конденсацією молочної кислоти, для отримання олігомерів, які перетворюються в суміш стереоізомерів лактиду, а для збільшення швидкості і селективності реакції циклізації молекул процес проводять при температурі $180\text{-}210^{\circ}\text{C}$ в присутності каталізатору октоату олова протягом 2 - 5 годин. При цьому ступінь перетворення лактиду досягає 95% [4]. Далі проводять очищення розплаву лактиду за допомогою вакуумної перегонки, та подальшу його полімеризацію в масі з розкриттям циклу з використанням каталізатора – олова. Така схема дозволяє позбутися від дорогих і екологічно небезпечних розчинників, при цьому залишковий мономер видаляється під вакуумом і повертається в початок процесу. Блок-схема процесу представлена на рисунку 2 [4].

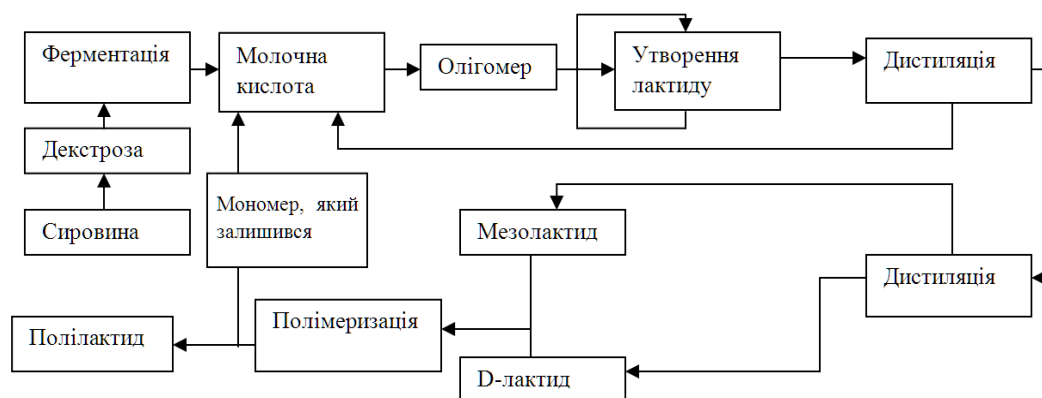


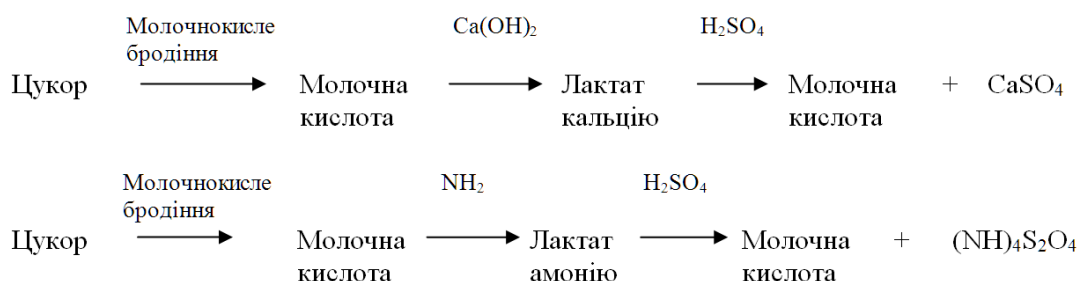
Рисунок 2 - Схема отримання полілактиду

Відомий також сольвотермальний спосіб отримання полілактиду. За яким синтез полілактиду здійснюється за допомогою прямої полімеризації або конденсації з відкриттям кільця лактиду. З однієї сторони метод є простим у виконанні, але має суттєвий недолік: отримуваний полілактид - низькомолекулярний [5]. За цим способом у герметичній посудині змішують лактид, який попередньо отримують з молочної кислоти, в присутності каталізатора хлориду олова. В якості розчинника використовують толуол. Для

видалення кисню суміш продувають азотом, після чого суміш нагрівають до 170°C під тиском протягом декількох годин. Після цього продукт розчиняють в хлороформі і осаджують в етанолі. Отриманий осад промивають етанолом для видалення непрореагованого мономера. Очищений полімер висушують до постійної маси.

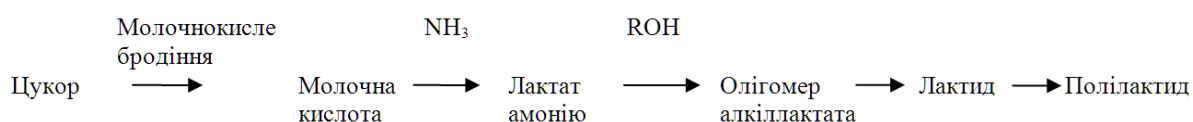
Всі існуючі технології одержання лактиду в якості сировини передбачають використання молочної кислоти. Наявність великої кількості технологічних стадій та їх складність, а також велика кількість відходів виробництва призводять до того, що лактид є дуже дорогим продуктом з жорсткими критеріями чистоти (вміст молочної кислоти - 10^{-6} моль/г, води - не більше 1 мг/л) [6, 7].

Утворення значної кількості відходів в цьому процесі зумовлено промисловими способами отримання та виділення молочної кислоти, представленими нижче наступними схемами перетворень:



Основним недоліком цих двох методів є те, що вони використовують на стадії розкислення сильні мінеральні кислоти (як правило, сірчану). Все це призводить до утворення великої кількості відходів виробництва - сульфату кальцію (гіпсу) або сульфату амонію (більше 1 т на 1 т молочної кислоти). При цьому витрати на виділення, очищення молочної кислоти і утилізацію відходів досягають 50% від загальної собівартості продукту [8, 9].

Останні дослідження показали можливість виключення з технологічного процесу стадію розкислення водного розчину лактату амонію і утворення відходів виробництва [10, 11]. Складні ефіри молочної кислоти (алкіллактати), які отримуються за цим способом, можуть бути використані як вихідна сировина для виробництва лактид. В цьому випадку синтез полілактиду можна здійснити за схемою [12]



Перевагами цього методу є те, що, по-перше, одержуваний таким способом лактид, містить низький рівень концентрації молочної кислоти і води [13]; по-друге, аміак, що виділяється на стадії етерифікації, повертається на стадію ферментації; і, по-третє спирт, що виділяється при поліконденсації алкіллактата, рециркулюється на стадію етерифікації.

Отже весь ланцюжок синтезу полілактиду від ферментації глюкози з отриманням лактату амонію до полімеризації лактиду залежить від оптимізації стадії очищення лактиду-сирцю до полімеризаційної чистоти.

Висновки

В роботі розглянуто основні способи отримання полілактиду. Встановлено, що основним фактором для отримання біорозкладних полімерів на основі поновлюваних ресурсів, є вибір методу проведення синтезу молочної кислоти. В Україні виробляється молочна кислота харчового призначення (ТОВ «Крохмалепродукти України»), за відомими технологіями з утворенням проміжного продукту - лактату кальцію. Робота потребує подальшого розвитку з удосконаленням синтезу молочної кислоти для одержання високомолекулярного полілактиду вітчизняного виробництва.

Посилання

1. Балов А., Ашпина О. Мировой рынок биополимеров // The Chemical Journal. – 2012 – 48-53 с.
2. Milena S. Lopes, Andre L. Jardini, Rubens M. Filho. Synthesis and Characterizations of Poly (Lactic Acid) by Ring-Opening Polymerization for Biomedical Applications. Includes index. ISBN 978-88-95608-29-7
3. David E. Henton, Patrick Gruber, Jim Lunt, and Jed Randall. Polylactic Acid Technology ISBN 978-0-470-29366-9
4. Ling Fang, Rongrong Qi, Linbo Liu, Gongwen Juan, Suangwu Huang. «Synthesis of Poly (L-lactide) via Solvothermal Method» Hindawi Publishing Corporation International Journal of Polymer Science Article ID 929732, 7 pages 2009
5. Rafael Auras, Loong-Tak Lim, Susan E. M. Selke, Hideto Tsuji. Poly(lactic acid) Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. 499 p.
6. Jie Ren. Biodegradable Poly(Lactic Acid): Synthesis, Modification, Processing and Applications. Tsinghua University Press, Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. 302 p.
7. Corma A., Iborra S., Velty A. // Chem. Rev. 2007. V. 107. P. 2411–2502.
8. Pat. US 5786185 (publ. 1998). Process for producing and recovering lactic acid.
9. Pat. EP 0614983 (publ. 1994). Method for the production of lactic acid and lactic esters.
10. Pat. US 5071754 (publ. 1991). Production of esters of lactic acid, esters of acrylic acid, lactic acid, and acrylic acid.
11. Pat. JP 10036366 (publ. 1998). Production of lactide.
12. Pat. US 7488783 (publ. 2006). Method for the production of polylactide from a solution of lactic acid or one of the derivatives thereof.

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОЛІТНО-ПЛАЗМОВОГО ПОЛІРУВАННЯ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Магістрант Л.В. Гошовська

Керівник - канд. техн. наук С.О. Абрамов

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Найважливішим фактором сталого розвитку є широке впровадження нових технологічних процесів, що дозволяють знизити споживання енергії та мають більш високі екологічні та економічні показники. В умовах сучасного рівня розвитку машинобудування однієї з основних проблем, що вирішуються на етапі виготовлення деталей різного призначення, являється забезпечення стабільно високої якості оброблених поверхонь. Фінішна обробка виробів потрібна для поліпшення зовнішнього вигляду виробів і надання їм більш високих споживчих якостей. У зв'язку з цим найважливіше значення надається розробці і впровадженню нових технологічних процесів, що дозволяють зберегти якість і структуру поверхні, і мати високу продуктивність. В якості фінішної обробки поверхні виробів в промисловості широко застосовуються механічні, хімічні і електрохімічні методи полірування. Електролітно-плазмова обробка (ЕПО) є високопродуктивним методом зниження шорсткості, очищення, підготовки під покриття поверхонь виробів складної форми.

Існуючі механічні методи поліровки, при усьому своєму різноманітті, досить трудомісткі, складні і часто призводять до небажаних структурних змін в поверхневому шарі виробів, створенню додаткової напруги, що може мати вирішальне значення при формуванні тонких плівок із спеціальними властивостями в мікроелектроніці, що екологічно шкідливо і вимагає великої кількості матеріалу та затрат. Полірування механічними методами тонкостінних виробів, а також виробів складної форми досить проблематично. При цьому, незважаючи на інтенсивні пошуки шляхів вдосконалення і створення нових високопродуктивних методів, об'єм робіт, що виконуються за допомогою ручного інструменту, залишається відносно великим (за даними 88% підприємств).

Широко вживані електрохімічні і хімічні методи поліровки металевих виробів мають високу вартість, в основному із-за використання дорогих кислотних електролітів, які до того ж завдають великої екологічної шкоди довкіллю.

Електрохімічне полірування (ЕХП) - це обробка деталей, занурених в електроліт, що є розчином, який зазвичай містить кислоти. В процесі обробки при постійній напрузі 10-20В виріб підключається до позитивного полюса (анода) джерела живлення. Електрохімічна обробка замінює трудомісткі механічні методи і не призводить до небажаних структурних змін в поверхневому шарі виробів.

Основою промислових електролітів для електрохімічного полірування служать ортофосфорні або хлоридні кислоти. Для підвищення стійкості до

корозії рекомендується обробляти сталеві деталі після електрохімічного полірування розчином NaOH впродовж 15-20 хв. при температурі 60-70°C. У разі нанесення на виріб гальванічного покриття, для поліпшення зчеплення покриття з деталлю необхідно піддати його електрохімічній обробці в 3÷5%-м розчині соляної кислоти.

Незважаючи на досить широку сферу застосування, електрохімічний метод має істотні недоліки: використання дорогих і агресивних електролітів, необхідність проведення постійного екологічного контролю і забезпечення пожежної безпеки, оскільки відбувається виділення пожаро- і вибухонебезпечних речовин, високу вартість процесу і низьку продуктивність обробки.

Технологія електролітно-плазмової обробки (ЕПО) вже знайшла своє застосування у багатьох областях виробництва різних виробів. У більшості випадків це підприємства, що працюють з виробами з нержавіючої сталі. Це пов'язано з тим, що ця технологія дозволяє за пару хвилин отримувати ідеальне «дзеркало», рівномірну поверхню і чистоту. Метод дозволяє обробляти у водних розчинах солей металеві і напівпровідникові вироби з нержавіючих і вуглецевих сталей, мідних і алюмінієвих сплавів, латуні, цинку, титану, кремнію.

Електролітно-плазмова технологія має більш високі технічні характеристики процесу, такі як швидкість обробки виробу, клас чистоти його поверхні, відсутність впровадження частинок абразиву і знежирення поверхні, також висока ефективність, дотримання екологічної чистоти довкілля (екологічно чистий і нешкідливий процес, що протікає з використанням електролітів з низькою концентрацією солей), висока якість і невисока вартість. Процес може бути повністю автоматизований, для розміщення устаткування не потрібно великі виробничі площі. Електролітно-плазмова обробка (ЕПО) виконується на компактних установках, які не складні в управлінні і надійні в експлуатації.

У основі роботи установок електролітно-плазмової обробки лежить принцип використання імпульсних електричних розрядів, які відбуваються уздовж усієї поверхні виробу, зануреного в електроліт. Спільна дія на поверхню деталі хімічно активного середовища і електричних розрядів створює ефект полірування виробів. В технології електролітно-плазмового полірування оброблювана деталь є анодом, до якого підводиться позитивний потенціал, а до робочої ванни подається негативний. Явища, що відбуваються в приелектродній області, не укладаються в рамки класичної електрохімії, оскільки поблизу анода виникає багатофазна система метал-плазма-газ-електроліт, в якій носіями зарядів служать іони і електрони.

На відміну від традиційної електрохімічної полірувки в кислотах, в електролітно-плазмовій технології використовуються екологічно безпечні водні розчини солей низької концентрації (3-5%), які у декілька разів дешевше за токсичні кислотні компоненти. При обробці інших металів і сплавів застосовуються водні розчини солей з концентрацією не вище 10%.

Тривалість поліровки складає 2-5 хвилин, а зняття задирок 5-20 с. Досягають шорсткість до Ra 0,01мкм. Температура 60-90°C. Полірування металів відбувається в області напруги 200-350В і щільності струму 0,2-0,5А/см². При нарузі більше 200В навколо анода утворюється стійка тонка (50-100мкм) пароплазмова оболонка (ППО), що відтісняє електроліт від поверхні металу і характеризується малими коливаннями струму (рис. 1) [1]. Напруженість електричного поля в оболонці досягає 104-105В/см. При температурі близько 100°C така напруженість викликає іонізацію пари, а також емісію іонів і електронів, необхідну для підтримки стаціонарного тліючого електричного розряду в оболонці. Поблизу мікроступів напруженість електричного поля зростає, і на цих ділянках виникають імпульсні іскрові розряди.

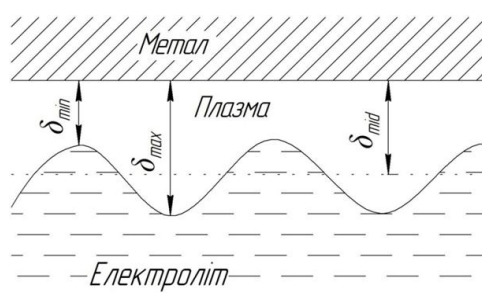


Рисунок 1 - Схема процесів в прианодній області

Цей метод дозволяє здійснювати обробку виробів по чотирьох основних напрямках:

- очищення поверхні від забруднень і підготовка поверхні перед нанесенням тонких плівок і покриттів;
- полірування складнопрофільних поверхонь відповідальних деталей;
- зачистка задирок і притуплювання гострих кромки;
- декоративне полірування металовиробів.

Оскільки електролітно-плазмовий метод ґрунтований на пропусканні електричного струму через виріб, то обробці підлягають матеріали, що мають електричну провідність. До таких матеріалів відносяться метали, сплави і напівпровідникові матеріали. ЕПО також розвивається і однієї з перспективних технологій обробки керамічних матеріалів [2].

Після ЕПП обробки виробів досить однієї промивальної ванни з теплою водою, яка не містить важких металів і інших речовин в концентраціях, що перевищують гранично допустиму норму. Відпрацьований електроліт також легко утилізується, причому цей процес не вимагає наявності спеціального устаткування, тоді як для промивання деталей, оброблених хімічними і електрохімічними методами в розчинах кислот, потрібні декілька промивальних ванн (з подальшою нейтралізацією цих кислотних розчинів).

ЕПП є багатостадійним технологічним процесом, при якому одночасно відбувається очищення поверхні практично від усіх видів забруднень, притуплювання гострих кромки, видалення дрібних задирок, підготовка

поверхні перед нанесенням покриттів. При поліровці 1 м^2 виробу класичним ЕХ методом витрачається близько 2,5 кг кислот вартістю 3 у.о., а при поліруванні електролітно-плазмовим методом витрачається близько 0,1 кг солей вартістю 0,02 у.о. Крім того, що електролітно-плазмова технологія має більш високу продуктивність і є екологічно чистою, вона має кращі економічні показники в порівнянні з механічними і електрохімічними методами обробки. Хоча витрата електроенергії при електролітно-плазмовому поліруванні (робоча напруга складає 220-320В), значно вище, ніж при обробці класичним електрохімічним методом на низькій напрузі, проте сумарні експлуатаційні витрати при використанні цієї технології в середньому в шість разів нижче і цей економічний вигравш досягається в першу чергу за рахунок заміни дорогого кислотного електроліту на дешевий водний розчин солей. Але на даний час є поліпшення якості оброблюваної поверхні після ЕПП з $Ra=0.12-0.08\text{ мкм}$ до $Ra=0.05-0.02\text{ мкм}$ за допомогою досягнення нижчих значень електричного потенціалу ($U=150-180\text{ В}$) і температури електроліту ($t_{\text{ел}}=50-60^\circ\text{ C}$) під час обробки[3], можливе зменшення електроенергії.

Висновки: Електролітно-плазмовий спосіб поліровки електропровідних матеріалів є альтернативним по відношенню до традиційного електрохімічного способу, який припускає використання екологічно небезпечних кислот високої концентрації. Показано, що метод обробки в електроліті має ряд техніко-економічних переваг в порівнянні з існуючими технологіями поліровки поверхонь широкої номенклатури виробів. Метод ЕПП легко піддається механізації і умовах будь-якого виробництва при практично необмеженому ресурсі роботи устаткування. Повна автоматизація процесу дозволяє включити його в єдину технологічну лінію при виготовленні виробів і використати робочий персонал невисокої кваліфікації.

Посилання

1. И. С. Куликов, С. В. Ващенко, А. Я. Каменев. Электролитно-плазменная обработка материалов. Минск : Беларус. наука, 2010. 232 с. ISBN 978-985-08-1215-5.
2. С.В.Ващенко, В.И.Василевский. Особенности электро-импульсного полирования металлов в электролитной плазме. ВЕСЦІ АНБ сер. Физ-техн. наук. 1995. №4. С. 93-98.
3. Володько Е.Г., Негруб С.Л. О методе снижения шероховатости при электролитноплазменном полировании стальных изделий. Матеріали Всеук. наук-техн. конферен Дніпро: НМетАУ, 2017. 366 с. УДК 621.7.047.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК НА ОСНОВІ *CHLORELLA* І *SPIRULINA* НА МОДЕЛЯХ *DANIO RERIO* IN VIVO

Студентка Н.М. Касянчук,
аспіранти І.О. Осипенко, С.В. Сенько, О.І. Горин
Керівник – докт. біол. наук, проф. Г.І. Фальфушинська
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира
Гнатюка, м. Тернопіль

Протягом останнього часу все більше зростає інтерес до харчових добавок на основі мікроводоростей, насамперед *Chlorella sp.* та *Arthrospira sp.* (продається під комерційною назвою "спіруліна"). Більшість з них виробляються в Азії та Китаї. Відомо, що ці продукти можуть виступати джерелом білків, вітамінів та окремих макро- і мікроелементів, особливо феруму [4, 7]. Разом з цим відомо, що певні види ціанобактерій та зелених водоростей здатні продукувати ліпофільні поліметокси-1-алкени, які спричиняють тератогенний ефект та інші токсичні впливи *in vivo* [5]. Оскільки інформація про такі ефекти в *Arthrospira sp.* та *Chlorella sp.*, культивованих для виробництва харчових добавок, обмежена, то метою запропонованої роботи було оцінити токсичність ліпофільних фракцій, виділених з харчових добавок хлорели та спіруліни за допомогою експериментальної моделі *Danio rerio*.

Для оцінки можливих токсичних ефектів досліджуваних фракцій харчових добавок визначали показники окисного стресу та генотоксичності у печінці та нейротоксичності у мозку дорослих особин *Danio rerio*. Для цього було відібрано 10 харчових добавок на основі хлорели (С1-С10) та 13 на основі спіруліни випадковим чином придбаних у інтернет-магазинах. Критеріями вибору були офіційна реєстрація як харчової добавки, форма таблетки чи порошку та країна походження, зафіксована на етикетці [6].

Дорослих 6-місячних данію, отриманих від комерційного постачальника після 7 днів акліматизації розподіляли на контрольну групу та експоновані у присутності добавок на основі спіруліни *Spirulina* (S) та хлорели *Chlorella* (C). В середовище вносили ліпофільні фракції (100%) спіруліни та хлорели в 2 мл 96% етанолу до номінальної концентрації 200 мкл/л. Після 14 днів експозиції тварин умертвляли за впливу трикаїну та відбирали зразки крові, печінки та мозку індивідуально з шести зразків у кожній групі. Зразки печінки та мозку гомогенізували у співвідношенні 1:10 маса/об'єм і зберігали при -20°C до подальших аналізів. Визначення біохімічних показників проводили згідно методик, детально описаних у Nенао Е. та ін. [2].

Інкубація смугастого данію у присутності хлорели (7 з 10 та 6 з 10 дослідних зразків відповідно) викликала збільшення рівня активних форм кисню та перекисного окиснення ліпідів у печінці тварин. Поряд з цим, дія фракцій спіруліни була менш вираженою – збільшення відповідних показників відзначено у 5/13 та 3/13 випадків (рис. 1). Більше того, вплив

фракцій S11-S13 викликав зниження рівня ТБК-АП порівняно з контролем. Необхідно відзначити, що зміни АФО та ТБК-АП відбуваються узгоджено ($r = 0,44$, $p < 0,001$).

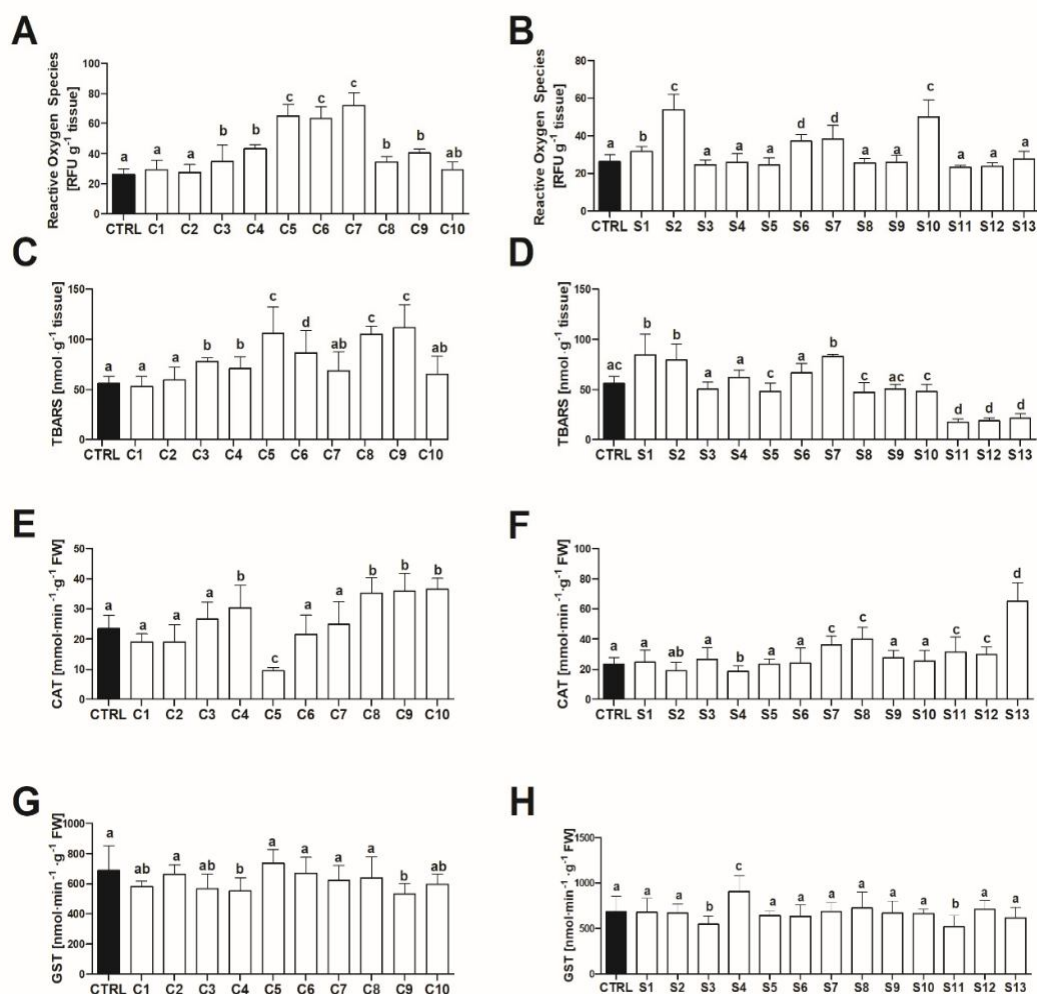


Рисунок 1: Вплив (середнє значення \pm SD) ліпофільних фракцій (100% етилацетату), виділених з харчових добавок хлорели (A, C, E, G) та спіруліни (B, D, F, H) на активні форми кисню, перекисне окислення ліпідів (TBARS), каталазу (CAT) та активність глутатіон-S-трансферази у тканині печінки *Danio rerio* (n= 6). Ідентичні індекси вказують на несуттєві відмінності між ефектами впливу (Dunn's test after Kruskal–Wallis ANOVA, $p > 0.05$). CTRL - контроль.

Активність каталази (КАТ) у тканинах печінки варіювала від пригнічення після впливу фракцій C5 та S4, до двократного підвищення за дії S13 (рис. 2). Більшість дослідних зразків не впливали на активність GST, за винятком C4, C9, S3 і S11, котрі викликали її зниження, та S4, що стимулював підвищення цього показника. Активність КАТ негативно корелювала з вмістом АФО і ТБК-АП ($r = -0,22$, $p = 0,007$ та $r = -0,30$, $p = 0,001$ відповідно), тоді як кореляційних зав'язків між активністю глутатіон-S-трансферази (GST) та АФО / ТБК-АП виявлено не було ($p > 0,05$).

Більшість досліджених фракцій не спричиняли розривів ланцюгів ДНК у печінці данію, проте експозиції всіх досліджуваних зразків були пов'язані зі збільшенням частоти мікроядер у периферичних еритроцитах (рис. 2). Окрім того, майже всі досліджувані фракції спричиняли зміни активності холінестерази у мозку риб: значне зниження у C3, S4, S6, S8 – S13 та збільшення у випадках C5 – C10, S1 – S3, S5 (рис. 3).

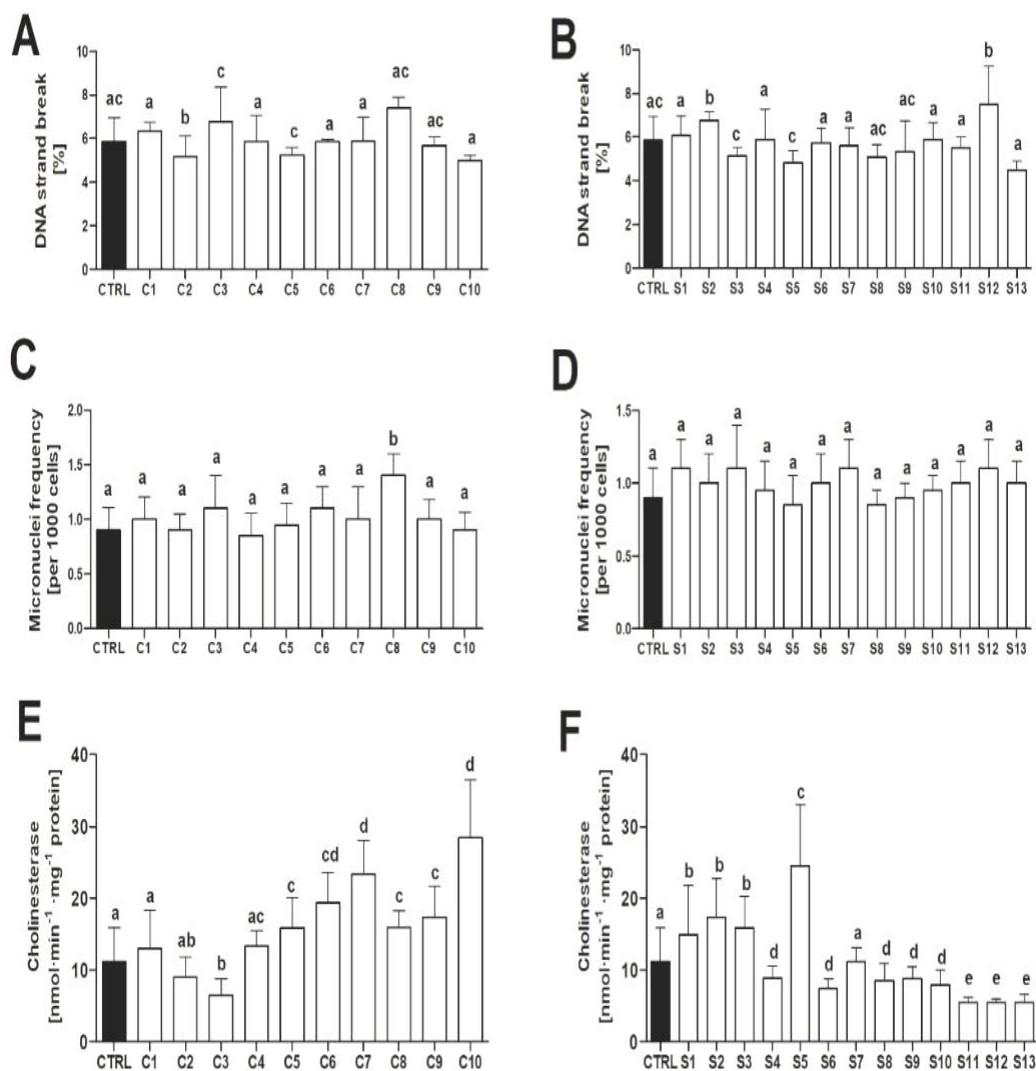


Рисунок 2: Вплив (середнє значення \pm SD) ліпофільних фракцій (100% етилацетату), виділених з харчових добавок хлорели (A, C, E) та спіруліни (B, D, F) на розриви ниток ДНК у тканинах печінки, частоту мікронуелеосів в периферичних еритроцитах і активність холінестерази в мозку *Danio rerio* (n=6). Ідентичні індекси вказують на несуттєві відмінності між ефектами впливу (Dunn's test after Kruskal–Wallis ANOVA, $p > 0.05$). CTRL - контроль

Відтак, одержані результати свідчать про цитотоксичність відібраних зразків, на що вказує підвищений рівень АФО, перекисного окиснення ліпідів, активності КАТ та збільшення частоти розривів ланцюгів ДНК у тканинах печінки. Цитотоксичність екстрактів харчових добавок хлорели та

спіруліни була також продемонстрована раніше *in vitro* на прикладі культури клітин A549, хоча жоден із досліджуваних зразків не містив достатніх для виявлення рівнів ціанотоксинів, таких як мікроцистини, сакситоксини, анатоксин-а та циліндроспермопсин [3].

Висновки

Проведені нами дослідження продемонстрували здатність трьох препаратів спіруліни знижувати рівень перекисного окиснення ліпідів порівняно з контролем. Це відповідає гепатопротекторним властивостям цих продуктів, про які раніше повідомлялося в дослідженнях *in vitro*, *in vivo* та в клінічних випробуваннях [1].

Подяка

Робота виконана за підтримки Міністерства освіти і науки (№МВ-2) та Національного фонду досліджень України (№ 2020.02/0270).

Посилання

1. Gad, A.S.; Khadrawy, Y.A.; El-Nekeety, A.A.; Mohamed, S.R.; Hassan, N.S.; Abdel-Wahhab, M.A. Antioxidant activity and hepatoprotective effects of whey protein and Spirulina in rats. *Nutrition* 2011, 27, 582–589.
2. Henaoui E, Murphy PJ, Falfushynska H, et al. Polymethoxy-1-Alkenes Screening of Chlorella and Spirulina Food Supplements Coupled with In Vivo Toxicity Studies. *Toxins (Basel)*. 2020;12(2):111. Published 2020 Feb 10. doi:10.3390/toxins12020111
3. Heussner, A.H.; Mazija, L.; Fastner, J.; Dietrich, D.R. Toxin content and cytotoxicity of algal dietary supplements. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2012, 265, 263–271.
4. Juszkiwicz, A.; Basta, P.; Petriczko, E.; Machaliński, B.; Trzeciak, J.; Łuczowska, K.; Skarpańska-Stejnborn, A. An attempt to induce an immunomodulatory effect in rowers with Spirulina extract. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2018, 15, 9.
5. Kim, S.; Kim, J.; Lim, Y.; Kim, Y.J.; Kim, J.Y.; Kwon, O. A dietary cholesterol challenge study to assess Chlorella supplementation in maintaining healthy lipid levels in adults: A double-blinded, randomized, placebo-controlled study. *Nutr. J.* 2016, 15, 54.
6. Papazi, A.; Makridis, P.; Divanach, P. Harvesting Chlorella minutissima using cell coagulants. *J. Appl. Phycol.* 2010, 22, 349–355.
7. Rzymiski, P.; Budzulak, J.; Niedzielski, P.; Klimaszuk, P.; Proch, J.; Kozak, L.; Poniedziałek, B. Essential and toxic elements in commercial microalgal food supplements. *J. Appl. Phycol.* 2019, 31, 3567–3579.

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБРОДЖУВАННЯ ЦУКРОВІСНОГО СУСЛА З ВИКОРИСТАННЯМ ІММОБІЛІЗОВАНИХ *S. CEREVISIAE* В БЕЗПЕРЕРВНОМУ ПОТОЦІ ЗА РІЗНИХ УМОВ УПАКОВКИ НОСІЯ

Наук. співр. О.О. Коваль

Зав. відділу, докт. техн. наук, ст. наук. співр. С.Т. Олійнічук*

**Відділ технологій продуктів бродіння*

Інститут продовольчих ресурсів НААН України, м. Київ

Налагодження виробництва «чистих» видів палив, зокрема біоетанолу, для України, яка є залежною від імпорту нафтопродуктів, є актуальним питанням.

За діючої технології ферментація цукровмісної сировини в біоетанол супроводжується синтезом певної кількості біомаси, яка інактивується в процесі перегонки бражки і, відповідно, виводиться з виробничого циклу.

Недоліком такої технології є втрати цукру на синтез біомаси, які усуваються шляхом іммобілізації дріжджів на різних типах носіїв.

Постановка проблеми. Целюлозовмісна сировина є одним з перспективних агентів для іммобілізації, оскільки характеризується як низькою вартістю, так і доведеною ефективністю в застосуванні [(1–3)].

Одним з варіантів матриці для іммобілізації клітин *S. cerevisiae*, що може забезпечити достатній рівень закріплення, є подрібнене стебло цукрового сорго [(4)].

Застосування іммобілізованих дріжджів у безперервному збродженні мелясного сусла з використанням часток стебла сорго в якості підложки збільшує швидкість утворення спирту на 1 г біомаси, вихід спирту з тони сировини та скорочує тривалість процесу ферментації [(5)].

Однак використання суцільного шару з часток матриці не є оптимальним через зменшення ефективного об'єму реактора. Зміна типу упаковки матриці на більш щільний блочний може сприяти оптимізації процесу ферментації.

Виклад основного матеріалу. Визначення ефективності використання різних типів упаковки носія проводили в лабораторній установці з ферментатором сталого об'єму. В якості носія для іммобілізації використано стерильне сухе стебло цукрового сорго, подрібнене на часточки з середнім розміром 7*8*8 мм. В якості продуцента етанолу використано спиртові дріжджі К-7. Як субстрат, використано сусло на основі меляси цукробурякової, отриманої з технологічного процесу.

Загальна тривалість процесу ферментації з використанням іммобілізованих клітин дріжджів в суцільному шарі носія становила 235 годин, за умови використання блоків носія – 215 годин.

Встановлено, що форма упаковки носія в ферментері не має істотного впливу на кількість біомаси, нарощеної і затриманої впродовж процесу ферментації (таблиця 1).

Таблиця 1 - Порівняння кількостей біомаси за різних умов упаковки носія в реактор

Показник	Суцільний шар	Блоки
Тривалість процесу, години	235	215
Біомаси закріплено при насаджуванні, г	38,00±1,06	45,60±2,75
Біомаси винесено впродовж процесу, г	99,77±0,27	154,26±1,01
Біомаси вилучено в кінці процесу, г	71,25±2,21	76,39±2,00
Біомаси утворено за процес, г	171,02±1,95	230,65±2,83
Нарощено і затримано в процесі, г	33,25±3,26	30,79±0,87
Нарощено і затримано в процесі, г/год процесу	0,14±0,014	0,14±0,004

При цьому більш щільне упакування носія в блоках, ймовірно, створює певні перешкоди для іммобілізації клітин в його товщі, що може бути причиною зростання виносу дріжджових клітин в процесі безперервного зброджування.

Формування підложки для іммобілізації дріжджових клітин у вигляді блоків дозволило збільшити ефективний об'єм ферментаційного реактора на 29% у порівнянні з суцільним заповненням (таблиця 2).

Таблиця 2 - Порівняння ефективності бродіння цукровмісного сусла за різних умов упаковки носія

Показник	Спосіб упаковки матриці для іммобілізації	
	Суцільний шар	Блоки
Ефективний об'єм, дм ³	2,17	2,80
Введено цукру з суслom в об'єм, г	270,13±0,19	373,83±0,50
Витрачено цукру на утворення спирту, г	252,91±0,80	308,68±0,21
Утворено спирту (в перерахунку на ефективний об'єм), см ³	172,52±0,54	210,56±0,14
Загалом дріжджів працювало в ефективному об'ємі, г	64,32±1,53	66,51±2,23
Швидкість утворення спирту, см ³ /г біомаси в годину	0,10±0,002	0,18±0,006

Кількість біомаси, закріпленої в товщі носія з блочною упаковкою, є більшою у порівнянні з суцільним заповненням ферментера носієм лише на 3,4%. В той же час швидкість утворення спирту, в перерахунку на г біомаси в годину, за використання носія в блоках, є більшою на 80%. Це дозволяє стверджувати, що в умовах безперервного зброджування більш ефективним є застосування носія на основі подрібненого стебла сорго в блоках.

Висновки

1. Форма упаковки носія на основі подрібненого стебла цукрового сорго в ферментері не має істотного впливу на кількість біомаси, нарощеної і затриманої впродовж процесу ферментації.

2. Використання для іммобілізації дріжджових клітин матриці на основі цукрового сорго, сформованої в блоки, збільшує корисний об'єм ферментера та дозволяє більш ефективно зброджувати сусло на основі цукровмісної сировини в безперервному потоці.

Посилання

1. Ariyajaroenwong P., Laopaiboon P., Jaisil P., Laopaiboon L. Repeated-batch ethanol production from sweet sorghum juice by *Saccharomyces cerevisiae* immobilized on sweet sorghum stalks. *Energies*. 2012; 5(4):1215–1228. <https://doi.org/10.3390/en5041215>
2. Ji H, Yu J, Zhang X, Tan T. Characteristics of an immobilized yeast cell system using very high gravity for the fermentation of ethanol. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2012; 168(1):21–28. <https://doi.org/10.1007/s12010-011-9280-5>
3. Vucurovic V, Razmovski R. Ethanol fermentation of molasses by *Saccharomyces cerevisiae* cells immobilized onto sugar beet pulp. *Acta periodica technologica*. 2012;(43): 325–333. <https://doi.org/10.2298/APT1243325V>
4. Данілова К. О., Олійнічук С. Т., Грушецький Р. І. Використання іммобілізованих мікроорганізмів в технології бродіння. *Продовольчі ресурси*. 2020. (15): 91 – 101. <https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-10>
5. Koval O, Oliynichuk S, Lysak T. Application of immobilized yeast cells in fermentation of sugar-based raw materials for the production of bioethanol. *Chemical technology and engineering Proceedings 2019, №1* [Internet]. Lviv Polytechnic National University; 2019. p. 157–158. Available from: <https://openreviewhub.org/cte-2019/paper/application-immobilized-yeast-cells-fermentation-sugar-based-raw-materials-production>

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУ КОНВЕКТИВНИХ ШТОРМІВ ПРИ РІЗКИХ ЗМІНАХ ПРОФІЛЮ ВІТРУ З ВИСОТОЮ

Курсант Ю.Ю. Космін

Керівник - канд. фіз.-мат. наук В.Ф. Мансарлійський

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса

Прогноз конвективних штормів і пов'язаних з ними явищ погоди, які у переважній більшості є небезпечними для різних галузей економіки, у тому числі авіаційних перевезень, завжди привертав особливу увагу дослідників. Це зумовлено, насамперед, тим, що з ними пов'язані найбільші збитки, які зумовлюються погодними умовами [3].

Актуальність обраної тематики обумовлена тим що низка найбільш небезпечних для авіації явищ погоди пов'язана з конвективними штормами.

Мета дослідження полягає у визначенні особливостей прогнозу конвективних штормів при різких змінах профілю вітру з висотою.

Завдання, що вирішувались у рамках дослідження для досягнення мети:

- виявлення випадків з наявністю конвективних штормів різної потужності над територією Німеччини;
- розробка розрахункового алгоритму у програмі Microsoft Office Excel для розрахунку напрямку і швидкості переміщення конвективних штормів за різними способами;
- порівняльний аналіз отриманих результатів розрахунків з фактичними значеннями напрямку і швидкості переміщення конвективних штормів;
- виявлення особливостей прогнозу конвективних штормів при різких змінах профілю вітру з висотою.

В даному дослідженні, для аналізу обирались випадки, коли час проходження через станцію конвективних штормів співпадав з часом проведення радіозондування. Для проведення дослідження залучались дані радіозондування атмосфери по території Німеччини, а саме на станціях Кюммерсбрукк (10771), Берген (10238) та Ідар-Оберштайн (10618) за строки 00, 12, 17 та 18 UTC в період з травня 2013 по вересень 2019 року.

Протягом вказаного періоду було відібрано 10 випадків конвективних штормів різної потужності, що проходили над вказаними пунктами на момент проведення зондування. Аналіз траєкторії переміщення і еволюції конвективних штормів проводився на матеріалах архівних даних радарних спостережень [5].

В ході роботи був розроблений та реалізований розрахунковий алгоритм у програмі Microsoft Office Excel, який дозволив розраховувати швидкість і напрям руху конвективних штормів за даними температурно-вітрового зондування атмосфери, одночасно за трьома методами.

Наступним кроком був проведений порівняльний аналіз результатів розрахунків швидкості і напрямку переміщення конвективних штормів проведених за трьома методами RB-98, 20(30)R85(75), метод Бункерса і дійсної швидкості і напрямку переміщення цих штормів, що визначалися синоптичним способом. Значення відхилень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Відхилення розрахункових значень напрямку і швидкості переміщення конвективних штормів від реальних

Дата	№	Станція	Час	Bunkers		30R75/20R85		RB98		Профіль вітру
				напр	шв, м/с	напр	шв, м/с	напр	шв, м/с	
15.06.2017	10238	Берген	18:00	16	-2.1	-5	-3.1	32	-2.9	хаотичний
20.06.2013	10238	Берген	0:00	-3	-0.7	-22	-4.3	-6	-2.5	правий
28.08.2016	10238	Берген	18:00	8	2.3	20	-7.5	35	-6.3	хаотичний
07.07.2017	10618	Ідар-	0:00	28	4.8	40	-4.5	48	-5.4	лівий
18.08.2017	10771	Кюммерсбрукк	18:00	-16	0.5	-9	-3.1	2	-5.5	прямолінійний
24.04.2019	10618	Ідар-	18:00	25	4.7	42	-6.1	71	-7	лівий
15.08.2017	10238	Берген	18:00	4	-2.8	-13	-1.3	8	-1.1	правий
15.08.2017	10618	Ідар-	12:00	41	-1.2	30	-5.8	70	-6.6	лівий
15.05.2013	10238	Берген	17:00	4	0.3	-11	-1.3	21	-1.6	хаотичний
23.09.2018	10771	Кюммерсбрук	17:00	-32	2.6	-12	-4.6	-24	-12	правий

Як видно з таблиці 1, максимальне відхилення по напрямку руху між значеннями отриманими за методом Бункерса та істинними значеннями напрямку руху конвективного шторму сягає 44° , за методом, 20(30)R85(75) 42° , а за методом RB-98 аж 71° . Відхилення по швидкості переміщення конвективних штормів між значеннями отриманими за методом Бункерса і реальними значеннями коливаються від 0,3 до 4,8 м/с, причому спостерігаються відхилення як в один так і в інший бік, але більш значні відхилення, що спостерігаються мають додатній знак. Це свідчить про деяке завищення швидкості руху конвективного шторму при розрахунку за методом Бункерса. На Відміну від метода Бункерса два інших методи стабільно занижують показники швидкості руху шторму, причому відхилення коливаються від 1,3 до 7,5 м/с, за методом 20(30)R85(75), і від 1,1 до 12 м/с для методу RB-98. Окремо були розраховані середні значення відхилень для всіх методів. Середнє відхилення по напрямку руху за методом Бункерса по всім 10 випадкам склало 21° , по швидкості 2,2 м/с, за методом 20(30)R85(75) по напрямку – $21,2^\circ$, по швидкості – 4,16 м/с, за методом RB-98 по напрямку – 35° , по швидкості – 5,1 м/с.

Окремого більш детального аналізу потребують випадки коли спостерігаються значні відхилення напрямку руху шторму розрахованого за трьома методами від реального. На рис. 1.а представлений годограф вітру побудований за даними радіозондування на станції Ідар-Оберштайн за 24.04.2019 року на момент проходження над станцією конвективного шторму (18:00 СГЧ).

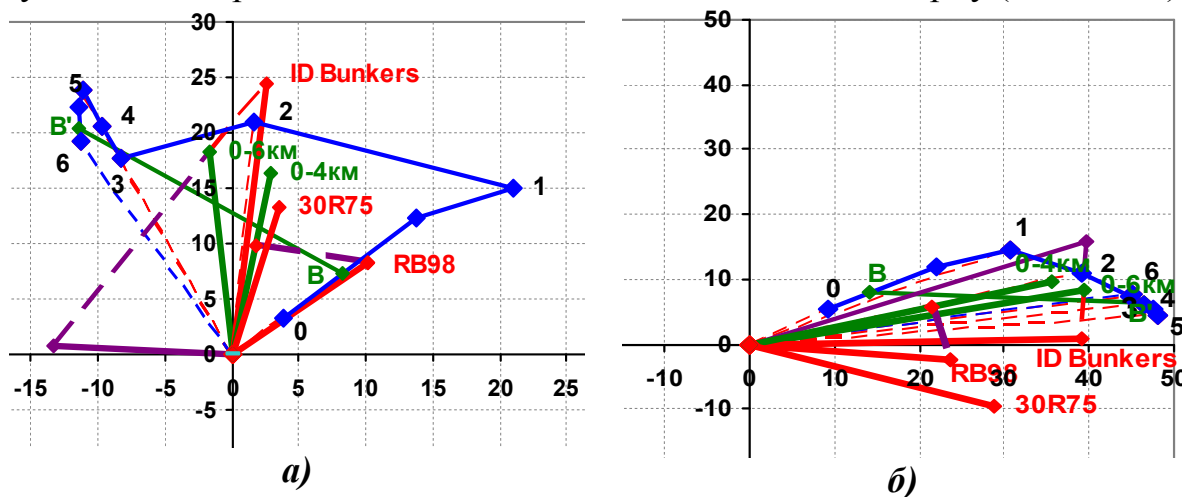


Рисунок 1 - Годограф вітру: а) по станції Ідар-Оберштайн за 18:00 СГЧ 24.04.2019 року; б) по станції Кюммесбрук за 18:00 СГЧ 23.09.2018 року.

Як видно з рис. 1.а профіль вітру на годографі відображає легкий правий поворот до висоти 1 км, після чого змінює загальний хід на явний лівосторонній із загальним кутом повороту у 80° . На рисунку червоним кольором відображенні вектори руху конвективного шторму визначенні за трьома способами, зеленим - вектори середнього вітру в шарах від 0 до 6 і від 0 до 4 км. Істинний напрям руху конвективного шторму в цей день складав 340° , швидкість – 20 м/с, в той час як напрям і швидкість середнього вітру в шарі від 0 до 6 км складала 352° , 18,5 м/с. Оскільки всі три методи, що використовувалися в цій роботі беруть за основу

правило правого повороту (в той чи іншій мірі) вектору руху шторму по відношенню до вектора середнього вітру, це збільшило загальну помилку до визначення напрямку переміщення шторму. Як видно з таблиці 1 окрім суттєвого відхилення по значенню напрямку в цей день також спостерігаються доволі суттєві похибки і по швидкості. Доволі схожа ситуація з загальним лівим поворотом годографа спостерігалась на станції Ідар-Оберштайн в два інших дні 07.07 і 15.08.2017 року.

Далі розглядається випадок, що спостерігався на станції Кюммерсбрук о 18:00 СГЧ 23.09.2018 року (рис. 1.б). Над станцією Кюммерсбрук в цей день спостерігався дуже потужний конвективний шторм який рухався за напрямом 120° зі швидкістю 36 м/с.

Як видно з рисунку 1.б профіль вітру на годографі відображає класичний правий поворот вітру і здавалося б використання правила правого повороту, що застосовується розглядаєними методами мало б добре спрацювати і отримані результати розрахунку мали б бути максимально наближеними до істинних. Але як видно з таблиці 1, значення напрямку руху шторму отримані за результатами розрахунків по трьох методах, мають доволі великі відхилення від реальних причому в бік від'ємних значень, що свідчить про те, що дійсний напрям руху шторму є набагато «правішим», за напрям визначений розрахунковими методами. Метод Бункерса дав найгірший результат по визначенню напрямку (помилка 32°), але найкращий по визначенню швидкості (помилка 2,6 м/с).

Таку велику помилку у визначенні напрямку переміщення шторму за методами Бункерса і RB98, можна пояснити тим, що для визначення вектору шторму в цих методах закладений механізм побудови звичайного трикутника з фіксованим значенням величини однієї з сторін (8,6 м/с для метода RB98 і 7,5 для метода Бункерса).

Висновки:

1. В ході дослідження був розроблений та реалізований розрахунковий алгоритм у програмі Microsoft Office Excel, який дозволив розраховувати швидкість і напрям руху конвективного шторму за даними температурно вітрового зондування атмосфери, одночасно за трьома методами.

2. Під час аналізу було виявлено, що середнє відхилення по напрямку руху за методом Бункерса склало 21° , по швидкості 2,2 м/с, за методом , 20(30)R85(75) по напрямку – $21,2^\circ$, по швидкості – 4,16 м/с, за методом RB-98 по напрямку – 35° , по швидкості – 5,1 м/с.

3. В ході дослідження було виявлено, що при лівому повороті годографу всі три методи дають суттєві похибки у виявленні напрямку і швидкості руху конвективних штормів.

4. Аналіз випадку зі стабільним правим поворотом годографу при великих швидкостях вітру в шарі від 2 до 6 км також виявив суттєву помилку у визначенні напрямку руху конвективного шторму, що є наслідком закладених до алгоритмів статистично виведених постійних величин відхилення від вектору середнього вітру.

Посилання

1. Stull R. Practical Meteorology. An Algebra-based Survey of Atmospheric Science. – Dept. of Earth, Ocean & Atmospheric Sciences University of British Columbia. – 2016. – С. 496-498, 503-508.
2. Vasquez T. Instability, Skew-T & Hodograph. Handbook. – 2017. – 235 p.
3. Грушевський О.М., Міщенко Н.М., Мансарлійський В.Ф., Бурцева В.М. Про можливості діагнозу і прогнозу глибокої конвекції в оперативній діяльності // УГМЖ .Одеса. – 2018. – № 22. – С. 5-15.
4. Bluestein H.B. Severe Convective Storms and Tornadoes: Observations and Dynamics. Berlin, Springer Praxis Books, 2013, 456 p.
5. Архівні дані радарних спостережень [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.lightningmaps.org/blitzortung/europe/index.php?bo_page=archive&lang=en
6. European Severe Weather Database. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eswd.eu/cgi-bin/eswd.cgi>.

ВПЛИВ ФОСФОРОРГАНІЧНИХ ПЕСТИЦИДІВ НА СТРЕСОЧУТЛИВІ СИСТЕМИ СМУГАСТОГО ДАНІО

*Студентка Х.І. Німко, аспіранти І. Хатіб, О.І. Горин,
ст. наук. співр. Г.Б. Ковальська*

*Керівник – канд. біол. наук Ковальська Галина Богданівна
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка, м. Тернопіль*

Найбільш поширеними з-поміж пестицидів є речовини фосфорорганічної природи. У країнах Азії, США та Європи обсяги їх використання перевищують 10 тис. тон щорічно [5]. З широкого спектру фосфорорганічних пестицидів найбільш часто використовуваними є хлорпірифос та малатіон. Згідно з літературними джерелами, у поверхневих водах концентрація малатіону коливається від 0,005 до 6 мкг/л в США та від 55,7 до 75,9 мкг/л (при максимальному рівні 506,6 мкг/л) в Ірані [4]. З іншого боку середня концентрація хлорпірифосу становить 0,006 мкг/л у товщі води та/або 7,7 нг/г сухої тканини у донних відкладах прісноводних водойм. Також хлорпірифос володіє здатністю до біоконцентрування в організмах водних тварин до концентрації 840,2 нг/г сухої тканини [1]. Передбачається, що кількість пестицидів та їх метаболітів у поверхневих водах найближчим часом буде тільки зростати через збільшення їх стоків з полів.

Токсичний ефект фосфорорганічних речовин базується на їх здатності порушувати активність ацетилхолінестерази з подальшим накопиченням ацетилхоліну в синапсах нейронів. І хоча нейротоксичні ефекти для цієї групи

пестицидів добре вивчені для широкого кола організмів, інформація про їх вплив на інші системи досить обмежена [10]. Тому метою пропонованої роботи було вивчення дії екологічно реальних концентрацій хлорпірифосу та мелатіону на стресочутливі системи коропових риб.

Токсичність дії пестицидів досліджували на дорослих особинах акваріумної риби родини коропових смугастого даніо (*Danio rerio*). Експерименти проводилися з дотриманням біоетичних норм лабораторного експерименту і відповідно до рішень етичної комісії Тернопільського національного педагогічного університету (Протокол № 2, 2020).

Придбаних у місцевого постачальника тварин після 7 днів акліматизації випадковим чином розділяли на п'ять груп: чотири експериментальні та одна контрольна. Експериментальні групи протягом 14 днів піддавали впливу досліджуваних фосфорорганічних пестицидів в наступних концентраціях: малатіон, 5 мкг/л (ML), малатіон, 50 мкг/л (MH), хлорпірифос, 0,1 мкг/л 1 (CPL) та хлорпірифос, 3 мкг/л (CPH). Концентрації були обрані, виходячи з середнього рівня вмісту похідних пестицидів у поверхневих водах [1]. Після завершення експозиції тварин евтанізували шляхом переохолодження на крижаній бані та відбирали зразки крові, печінки та мозку. Тканини печінки та мозку гомогенізували у співвідношенні 1:10 маса/об'єм і зберігали при -20°C до подальших аналізів. Визначення біохімічних показників проводили згідно методик, які детально описані у нашій попередній роботі [7].

Для визначення впливу фосфороорганічних пестицидів на даніо ми аналізували параметри окисного стресу та цитотоксичності. Одержані результати показали збільшення рівня набрякання мітохондрій та зменшення стабільності лізосомальних мембран в дослідних групах тварин у порівнянні з контролем. Однак, якщо дія на мітохондрії залежала від концентрацій діючих речовин, то стабільність лізосомальних мембран змінювалася без прив'язки до концентрацій. Активність сукцинатдегідрогенази (СДГ) пригнічувалася при дії обох пестицидів до 87,5% після впливу малатіону включно. Активність лактатдегідрогенази (ЛДГ) у крові зростала залежно від концентрації, при найбільш вираженому токсичному ефекті при дії хлорпірифосу. Також цей чинник спричиняв продукування активних форм кисню (АФО) в тканинах печінки. Разом з тим у тварин, які піддавалися дії малатіону, даний показник не відрізнявся від контролю.

CART-аналіз підтверджує важливість ознак, пов'язаних з біоенергетикою та апоптозом (активність СДГ та набрякання мітохондрій) у диференціюванні експериментальних груп даніо залежно від дії пошкоджуючого чинника. Тварини, які піддавалися дії нижчої концентрації малатіону (ML) розміщувалася найближче до контрольних тварин, а хлорпірифос викликав найбільш помітні прояви токсичності.

Проведене дослідження демонструє, що мелатіон та хлорпірифос в екологічно реальних концентраціях суттєво впливають на мітохондрії та лізосоми печінки даніо. Це пов'язано з посиленням процесів апоптозу та дисбалансом між антиоксидантами та прооксидантами процесами.

Згідно одержаних нами результатів, мітохондрії є першими органелами, які зазнають ушкодження внаслідок токсичної дії пестицидів, а зміни їх функціональної активності, очевидно пов'язані з вищими енергетичними потребами. Набрякання мітохондрій, як ознака морфологічних змін, узгоджується із зниженням активності СДГ – складової ланцюга електронного транспорту мітохондрій. Зміни активності СДГ можуть бути зумовлені пошкодженнями клітин, які пов'язані з порушенням вуглеводного та білкового обміну [11]. Окрім того, інгібування СДГ може сприяти генеруванню АФО, що підтверджується результатами наших досліджень.

Не тільки мітохондрії, а й лізосоми піддаються токсичній дії досліджених фосфорорганічних пестицидів. У пропонованій роботі вперше показано, що ці речовини вже в наномолярних концентраціях провокують дестабілізацію лізосомальних мембран, не залежно від типу і концентрації діючого чинника. Ці результати підтверджують попередні висновки стосовно несприятливого впливу деяких фосфорорганічних пестицидів на лізосоми безхребетних та клітин людини [9].

Зростання активності ЛДГ у крові *D. rerio* відповідає результатам досліджень, проведених на інших тваринах, зокрема стосовно зростання цього показника у зябрах *Oreochromis mossambicus* та у зябрах, печінці і м'язах *C. batrachus*, які піддавалися впливу трьох фосфорорганічних пестицидів [6]. ЛДГ це типовий маркер ушкодження тканин. Високий рівень її активності вказує на серйозні пошкодження клітинних мембран [8], що підтверджується з даними про пошкодження лізосом та мітохондрій, наведеними у цій роботі.

Одержані результати дозволяють зробити висновок про вищу токсичність хлорпірифосу у порівнянні з малатіоном для нецільового організму *D. rerio*. Цей результат є аналогічним до попередніх досліджень із використанням тесту на гостру токсичність у жаб та мишей. Зокрема пероральний LD₅₀ для хлорпірифосу та малатіону у щурів знаходиться у діапазоні від 95 до 270 мг/кг та 800 мг/кг відповідно [2]. Для земноводних цей показник суттєво залежить від виду: LD₅₀ для хлорпірифосу у *Bufo americanus* становить 1 мкг/л, тоді як для *Rana pipiens* – 3 мг/л. Для мелатіону, у випадку *Bufo arenarum*, LC₅₀ для дорівнює 47,3 мг/л [3].

Висновки

Малатіон та хлорпірифос, навіть у низьких, екологічно реальних, концентраціях, можуть суттєво впливати на морфологічні та функціональні параметри мітохондрій та лізосом печінки данію. Орім того, досліджені фосфорорганічні пестициди провокують окисний стресопосередковану цитотоксичність. Морфологічні та функціональні розлади в мітохондріях та лізосомах можуть призводити до стимулювання процесів апоптозу та погіршення активності електронно-транспортного ланцюга. Беручи до уваги розширення сільськогосподарського сектору та активне збільшення кількості пестицидів, що застосовуються наземно, а потім потрапляють у воду у вигляді стоків, необхідні подальші дослідження механізмів метаболічної

токсичності, спричиненої фосфорорганічними речовинами, для нецільових об'єктів.

Подяка

Робота виконана за підтримки Національного фонду досліджень України (№ 2020.02/0270) та Міністерства освіти і науки (№МВ-2).

Посилання

1. Ссанссара А, Масія А, Наварро-Ортега А, Пико У, Барцело Д (2016) Pesticides in the Ebro River basin: occurrence and risk assessment. *Environ Pollut* 211:414-424. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.12.059>
2. Christensen K, Harper B, Luukinen B, Buhl K, Stone D. (2009) Chlorpyrifos Technical Fact Sheet; National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension services.
3. Cowman DF, Mazanti LE (2000) Ecotoxicology of “new generation” pesticides to amphibians. In: Sparling DW, Linder G, Bishop CA (eds) *Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles*. SETAC Press, Pensacola, FL, pp 233-268.
4. Fadaei A, Dehghani MH, Nasser S, Mahvi AH, Rastkari N, Shayeghi M (2012) Organophosphorous pesticides in surface water of Iran. *Bull Environ Contam Toxicol* 88(6):867-869. doi: 10.1007/s00128-012-0568-0
5. FAO 2020. Pesticides Use Statistics. Global, regional and country trends 1990–2018. FAOSTAT Analytical Brief Series No 9. Rome, FAO. <http://www.fao.org/economic/ess/environment/data/pesticides-use/en/>
6. Ghosh C, Ray AK, Bhattacharya S, Bhattacharya Sh (1999) Effect of an organophosphate pesticide in the induced ovulation of maturing air breathing fish *Anabas testudineus* (Bloch) with hypothalamic gonadotropin releasing hormone fraction from *Channa punctatus* (Bloch). *Poll Res* 18:121–127.
7. Hena E, Murphy PJ, Falfushynska H, Horyn O, Evans DM, Rzymiski P (2020) Polymethoxy-1-Alkenes screening of *Chlorella* and *Spirulina* food supplements coupled with in vivo toxicity studies. *Toxins* 12(2):111.
8. Liu L, Zhang M, Zhang Q, Jiang W (2020) Graphene nanosheets damage the lysosomal and mitochondrial membranes and induce the apoptosis of RBL-2H3 cells. *Sci Tot Environ* 734:139229.
9. Lushchak OV, Kubrak OI, Storey JM, Storey KB, Lushchak VI (2009) Low toxic herbicide Roundup induces mild oxidative stress in goldfish tissues. *Chemosphere* 76(7):932-937.
10. Mladenovic M, Arsic BB, Stankovic N, Mihovic N, Ragno R, Regan A, Milicevic JS, Trtic-Petrovic TM, Micic R (2018) The Targeted Pesticides as acetylcholinesterase inhibitors: comprehensive cross-organism molecular modelling studies performed to anticipate the pharmacology of harmfulness to humans in vitro. *Molecules* 23:2192.
11. Sivakumari K, Manavalaramanujam R, Ramesh M, Lakshmi R (1997) Cypermethrin toxicity: sublethal effects on enzyme activities in a fresh water fish, *Cyprinus carpio* var. *communis* *J Environ Biol* 18:121-125.

КОНЦЕПЦІЯ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ З ПІДЗАРЯДКОЮ ВІД СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

Доц., канд. техн. наук О.М. Тімков, доц., канд. техн. наук Д.М. Яценко,
асистент В.М. Босенко

Національний транспортний університет, м. Київ

У зв'язку з погіршенням екологічної обстановки і скороченням ресурсів сировини для отримання нафтопродуктів все більшої актуальності набувають екологічно чисті транспортні засоби з використанням альтернативних джерел енергії. До них відносяться електромобілі (ЕМ), зокрема, один з перспективних видів – сонцемобіль (СМ), в якому для живлення тягового електродвигуна (ТЕД) застосовується сонячна енергія. Стримуючими факторами широкомасштабного використання СМ в міських умовах є висока вартість і низький ККД сонячної батареї (СБ). Однак протягом останнього десятиліття вартість СБ постійно знижувалася і одночасно підвищувалася їх ефективність, що знову привернуло увагу до проблеми створення легких СМ для внутрішньоміських перевезень.

Метою роботи є комплексне вивчення процесів, що протікають в СМ, і їх взаємозв'язків, раціоналізація на цій основі роботи комбінованої енергоустановки.

Сонячне випромінювання має низьку щільність у земної поверхні - в середньому 0,25 кВт/м і тільки в сприятливих умовах близько 1 кВт/м (рис. 1) [1]. Через обертання Землі і хмарності створюється нерегульований режим надходження сонячної радіації до поверхні планети. Низька щільність, залежність від погоди і часу доби, необхідність перетворення в будь-яку форму, зручну для промислового і побутового використання сонячної енергії – все це породжує значні технічні проблеми, які тим не менше в принципі можуть бути вирішені сьогодні або в найближчому майбутньому.

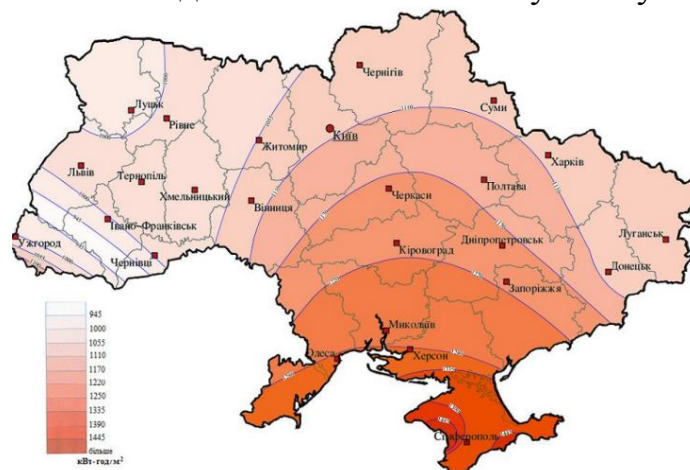


Рисунок 1 – Розподіл питомої сумарної сонячної радіації на території України протягом року [1]

Сонячна енергія в складі комбінованої електричної установки (КЕУ) ЕМ може використовуватися як самостійне джерело енергії, що перетворює

енергію сонця в електричну енергію, для живлення допоміжних енергосистем ЕМ (освітлення, обігрів, вентиляція і т.д.), а також як додаткове джерело енергії для підзарядки ТАБ і зарядки енергоустановки.

Вольт–амперні характеристики сонячного елемента (СЕ) описуються рівнянням [2]:

$$I_{CE} = I_{\phi} - I_{OH} \left\{ \exp \left[\frac{e(V_{CE} + I_{CE}R_{II})}{AkT} \right] - 1 \right\} - \frac{V_{CE}}{R_{III}} \quad (1)$$

де A – коефіцієнт, отриманий при порівнянні теоретичної, і експериментальної кривих вольт - амперної характеристики, приймає значення від 1 до 5; e – заряд електрона; k – постійна Больцмана; T – абсолютна температура; R_{II} – послідовний опір СЕ; R_{III} – шунтовий опір СЕ; I_{CE} – опір СЕ; I_{ϕ} – фотострум, що протікає через перехід; I_{OH} – зворотний струм насичення.

Розглянута модель СЕ широко використовується при аналізі СЕ і сонячних батарей (СБ) на їх основі. Проблема нових комбінованих силових установок, які ще не існують на момент початку досліджень, залишається однією з найбільш складних і найменш досліджених в методологічному аспекті. Тому пошук і розробку нових підходів до вирішення завдань структурного синтезу, які складають основу математичного моделювання, слід розглядати як одне з найбільш актуальних напрямків на шляху розробки сучасних екологічно чистих електро- автотранспортних засобів (ЕТЗ).

Методика проведення числового експерименту передбачає вирішення наступних задач:

- кількісна оцінка можливостей ЕТЗ із заданими параметрами в заданих умовах руху;
- виявлення умов взаємодії тягового електродвигуна з бортовими джерелами енергії;
- визначення показників ефективності ЕТЗ і пошук оптимальних рішень при варіації параметрів і характеристик його складових елементів;

Дослідження проведено на узагальненій математичній моделі. Розглянуто вплив сонячної батареї на величину пробіг електромобілів «Хонда», ЗАЗ – 1102 і ВАЗ–1111 у порівнянні з живленням електродвигуна від батареї з урахуванням інтегрального показника запасу ходу ЕТЗ від одного зарядно-розрядного циклу батареї. Слід зазначити, що безперервні заїзди за їздовим циклом тривали в середньому протягом 4,5 годин, тобто сонячна батарея використовувалася практично половину часу інтенсивної сонячної активності. Але навіть це обмеження дало суттєве зростання запасу ходу ЕМ. Результати чисельно-експериментальних досліджень зведені в табл. 1.

Висновки:

1. В роботі розглянуто можливість обладнання ЕМ сонячною батареєю для живлення ЕМ та його систем з різними схемами силової установки, визначені основні вимоги що висувають до неї.

Таблиця 1 – Порівняльні дослідження витрати енергії при русі ЕМ за їздовим циклом при використанні СЕ з різним ККД

№ п/п	Показники	Хонда		ЗАЗ – 1102		ВАЗ–1111	
		Нат.	%	Нат.	%	Нат.	%
1.	Запас ходу при живленні тільки від акумуляторів, L км	121		91,5		74,5	
2.	Витрати енергії на один цикл, Вт год	52		66,5		82	
3.	Запас хода при живленні від КЕУ у складі акумуляторної та сонячної батареї, L, км	142,1	17,4	105,2	14,97	83,7	12,3
4.	Заряд акумуляторів протягом циклу від сонячної батареї при різних ККД						
	а) $\eta = 10\%$	9,13	17,6	9,13	13,7	9,13	11,5
	б) $\eta = 20\%$	18,26	35,2	18,26	27,45	18,26	22,3
	в) $\eta = 30\%$	27,39	52,67	41,2	41,2	27,39	33,4

2. Проведено аналіз робіт привчених моделюванню роботи елементів силової установки. Розроблена аналітична методика, яка складається з математичної моделі міського мікро- сонцемобіля з сонячною батареєю.

3. Розраховані показники витрати енергії та запасу ходу сонцемобіля.

Посилання

1. Сонячна енергетика. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://energivpu7.wixsite.com/osvita/kopiya-vitroenergetika>
2. Борисов О. В. «Твердотільна електроніка»: підручник / О.В. Борисов, Ю. І. Якименко; за заг. ред. Ю. І. Якименка. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 484 с. – Бібліогр.: с. 476–477. 300 пр. ISBN 978-966-622-687-0.

ПОРІВНЯННЯ ДЖЕРЕЛ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА

Студентка І.О. Турчина

Керівник - доц., канд. техн. наук Л.С. Тиха

Керівник - доц., канд. техн. наук С.М. Зибайло

**Український державний хіміко-технологічний університет,
м. Дніпро**

В теперішній час в провідних країнах світу прийняте рішення про розвиток альтернативних видів палива як найбільш екологічних і технічно-ефективних замінників традиційних джерел вуглеводневого сировини та перехід до «нейтральної» економіки [1].

В Україні до 2020 року була встановлена вимога використання альтернативних видів палива до 20 відсотків від загального обсягу споживання палива [2]. Але цього обсягу досягнуто не було, так як розвиток

альтернативної енергетики відбувався за різними джерелами сировини нерівномірно.

Метою роботи було проведення аналізу потенціалу різних видів джерел альтернативно палива в Україні та їх порівняння до традиційних палив на основі викопної вуглеводневої сировини.

Альтернативні види палива – це тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою відповідним традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини [2]. Виходячи до цього, природний газ (метан) або зріджений нафтовий газ (пропан) лише виділяють менше токсичних речовин при згорянні, ніж бензин або дизель, мають викопну сировину, тому не можуть вважатися альтернативним видом палива.

В Україні існує значний потенціал для вироблення основних видів альтернативного палива: біогазу, біодизельного палива та біоспиртів, що пов'язано з доступністю відновлювальної сировини. Однак в сучасних умовах необхідно додатково розглянути водень як перспективний вид альтернативного палива [3].

Класифікацію альтернативних видів палива в роботі здійснювали:

- 1) за складом: спирти; ефіри; водневе палива з добавками; сонячні батареї (енергія сонця);
- 2) за агрегатним станом: рідкі; газоподібні; тверді;
- 3) за обсягом використання: цілком; як добавки;
- 4) за джерелами сировини: з вугілля; сланців; біомаси; біогазу;
- 5) за агрегатним станом: рідкі; газоподібні; тверді;
- 6) за обсягом використання: цілком; як добавки;
- 7) за джерелами сировини: з вугілля; сланців; біомаси; горючого газу; з електричної енергії (паливні елементи та ін.) [4].

Кожен вид альтернативного палива має свої переваги та недоліки в порівнянні до традиційних палив на основі викопної вуглеводневої сировини, які наведені в таблиці.

В Україні ефективним шляхом доповнення та заміни традиційних паливно-енергетичних ресурсів є виробництво та використання біогазу. За рахунок використання біогазу, отриманого в результаті анаеробної ферментації біомаси, можна замінити наступні види палива: природний газ та зріджені гази та бензин і дизельне паливо. Додатковим джерелом біомаси з якої можна отримати біогаз, можуть бути практично всі відходи, до складу яких входять органічні компоненти.

Оцінюючи вплив на довкілля, всі види палива, розглянутого в роботі, окрім водню, не можуть вважатися альтернативним, тому що при згорянні біогазу, біодизелю та біоспиртів виділяється вуглецевий газ, тобто відсутнє скорочення викидів в атмосферу токсичних і парникових газів.

Висновки

1. В сучасних умовах при переході країн світу на „нейтральну економіку” щодо впливу на клімат планети, існує необхідність привести

національне законодавство у сфері альтернативних видів палива до сучасних екологічних вимог щодо джерел видобутку та викидів вуглецевого газу при згорянні.

2. Для гарантування енергетичної безпеки України необхідне використання всіх видів альтернативного палива в незалежності від джерел видобування.

Таблиця - Переваги та недоліки альтернативних видів палива

Критерій оцінки	Біогаз (метан)	Біодизель	Спирти	Водень
Сировина для виробництва	побутові відходи, законсервовані сміттєзвалища, відходи рослинництва, птахівництва, тваринництва	олійні рослини	цукровий буряк	вода
Властивості	отриманий газ аналогічний природному (метан)	максимально наближені до дизельного палива	низька теплотворна здатність	висока теплота згорання
Переваги	відновне джерело сировини			необмежені запаси сировини, безпечний для довкілля
Недоліки	при згорянні виділяється вуглецевий газ (CO ₂)		необхідно переобладнання двигунів автомобілів для використання у чистому виді	коштовне виробництво (залежить від вартості електрики)

Посилання

1. Regulation (EU) 2019/631 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 setting CO₂ emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles, and repealing Regulations (EC) No 443/2009 and (EU) No 510/2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/631/oj>.
2. Закон України «Про альтернативні види палива» № 1391-XIV: Редакція від 16.10.2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1391-14#Text>.
3. Мищенко, А.И. Применение водорода для автомобильных двигателей [Текст]/ А.И. Мищенко. – К.: Наук. Думка, 1984. – 134 с.
4. Мітков, Б.В. Альтернативні палива для транспортних засобів [Текст] / Б.В. Мітков, В.Б. Мітков, О.В. Шульга // Науковий вісник ТДАТУ. – 2012. – Т.3. Вип.1. – С. 144-152.

СЕКЦІЯ 5

**«ПРИРОДНИЧІ, ГУМАНІТАРНІ,
СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНІ НАУКИ,
у т.ч. ПЕДАГОГІКА І ПСИХОЛОГІЯ»**

Модератор

О.А. КУЗНЕЦОВ
канд. іст. наук, доцент

WORKSHOP 5

**«NATURAL, HUMANITARIAN,
SOCIO-POLITICAL SCIENCES,
including
PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY»**

Moderator

Olexander KUZNETSOV
PhD (Hist.), Assoc. Prof.

ЩОДО ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СТЕГАНОГРАФІЇ У ЗОБРАЖЕННЯХ

Асистент Н.М. Болгова, студент О.А. Сапега*
*Кафедра ЕОМ

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У 21 сторіччі кількість інформації, що знаходиться у відкритому доступі, значно збільшилась. Багато фотокарток, відеороликів, наукових статей – завантажуються на простір інтернету і кожен час їх кількість збільшується в десятки, а то і в сотні разів. Деяка інформація піддається повторному завантаженню і вже неможливо взнати оригінального автора файлу. Іншою проблемою таких файлів є неможливість перевірити їх на цілісність, бо в якийсь момент часу, дані могли бути пошкодженими або замінені на комп'ютері іншого користувача. Також, не рідкість коли люди розповсюджують свідомо неправдиву інформацію, з метою шахрайства або для банального привертання уваги. Свої методи розв'язання даних проблем пропонує і стеганографія.

Стеганографія – це спосіб передачі даних або інформації з урахуванням збереження в таємниці самого факту такої передачі. Перше, що приходить на думку – це повідомлення які прихованні у якомусь контейнері, наприклад, за допомогою алгоритму LSB (менший значущий біт), заховати деяке повідомлення у зображенні. Дістати ці дані можливо лише, якщо отримувач інформації знає ключ або алгоритм, завдяки котрому були зашифровані дані. Але це не всі можливості стеганографії. Яскравим прикладом являється використання стеганографічних водяних знаків (СВЗ), великими виробниками камер та телефонів. Завдяки цьому є можливість доказати правдивість фотокартки, бо у кожному фотографію буде «вбудовано» інформацію о камері – її ідентифікаційний номер, дату та час створення фотографії, а якщо це було фотографування на телефон – то можливо і геодані, де було зняте зображення. На жаль ніяка система не буває супер ефективною, бо у кожній є свої уразливості і яскравим прикладом цього є робота програміста Дмитра Віталійович Складярова, котрий зробив фотографію Сталіна з айфоном вірною зі «стеганографічної» точки зору, але абсурдної з точки здорового сенсу. Також стеганографію використовують при захисті авторських прав фотографів. В цьому разі у зображення «вбудовують» цифровий відбиток (ЦВ), який являється унікальним для кожного екземпляра, що поширюється за офіційною ліцензією.

Метою доповіді є ознайомлення аудиторії з особливостями різних методів стеганографії, чинними реалізаціями, а також з їх перевагами та недоліками.

Питання, що розглядаються в доповіді, які методи стеганографії є ефективними, та у яких випадках. Наведені приклади та дані показують, що для різних випадків використання стеганографії будуть ефективні різні методи. Коли метою являється приховане зберігання даних або прихована передача цих даних, то ефективним буде той метод котрий може працювати у

найбільш розповсюдженому форматі зображень JPEG. Іншою умовою для цього методу являється те, що він не буде сильно змінювати гамму кольорів, що використовує зображення, та набагато збільшувати розмір зображення. Але для використання стеганографії у ліцензійних фотографіях відпадає потреба у прихованні факту передачі даних, а створюється потреба у захисті самого контейнеру, зображення. Також можлива ситуація при котрій взагалі все одно на розмір файлу, важлива лише його цінність. Прикладом цього є медичні знімки. В них можливо імпантувати інформацію про пацієнта і завдяки цьому надалі бути впевненим у їх коректності у майбутньому. І для цього буде ефективний свій метод. А можлива протилежна ситуація, коли потрібно приховати інший тип даних у картинці для зміни типу даних на PNG або JPEG. Тоді не важливий зовнішній вид картинки, важливо лише то що приховано. Тому дослідження було зав'язане на те, щоб знайти найбільш ефективний та універсальний метод стеганографії у зображеннях.

Посилання

1. Khosravi, S. A new steganography method based HIOP (Higher Intensity Of Pixel) algorithm and Strassen's matrix multiplication / S. Khosravi, M.A. Dezfoli, M.H. Yektaie // Journal of Global Research in Computer Science. – 2011. – Vol. 2, № 1.
2. Meenu Kumari, A. JPEG Compression Steganography & Cryptography Using ImageAdaptation Technique / A. Meenu Kumari, P. Khare // Journal of Advances in Information Technology. – 2010. – Vol. 1, № 3.
3. Задірака В.К. Комп'ютерна криптологія : підручник / В.К. Задірака, О.С. Олексюк. – Київ, 2002. – 504 с
4. Stefan Katzenbeisser. Information hiding techniques for steganography and digital watermarking / Stefan Katzenbeisser, Fabien A.P. Petitcolas – 2000. – 215 p.

НАУКОМЕТРІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ГУМАНІТАРНИМИ ДОСЛІДЖЕННЯМИ: ПРОБЛЕМНІ МОМЕНТИ

Студентка О.М. Бородіна

Керівник - доц., канд. іст. наук С.В. Савченко

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Поява наукометрії в сучасній електронній версії була неминучою, оскільки сформувався єдиний світовий цифровий простір, що дозволяв в лічені секунди знаходити науково-бібліографічну інформацію. Паперова наукометрія перетворилася у щось принципово нове завдяки нівелюванню інформаційних бар'єрів між країнами та неймовірній швидкості обміну інформацією. Наукометрична мережа індексів, цитувань та посилань стала

невід'ємною частиною інтелектуально-цифрової глобалізації, що невпинно розширює свої межі. Але виграє в цьому сегменті глобалізації, як і в будь-якому іншому, той, хто першим придумав і впровадив правила.

Якщо говорити про наукометрію лише в аналітичному аспекті, вона має надзвичайно велике значення, дозволяючи нам спостерігати за закономірностями росту та трансформації наукового знання. Наукометрія була започаткована в 30-х роках ХХ ст. Д. Берналом та Ю. Гарфілдом. Їм спало на думку створити «централізовані механізми збору наукової статистики та репринтів наукових публікацій, щоб полегшити роботу вчених і зробити наукову інформацію доступнішою для широких верств населення»[1, С. 131]. Ці ідеї вдалося реалізувати в 50-60-ті роки після створення Інституту наукової інформації. Діяльність інституту зі збору та аналізу наукової інформації призвела до створення відомої бази даних Web of Science [1, С. 131]. Вона стала зразком для інших систем, що виникли згодом. В процесі наукометричних досліджень виникли відомий «закон Бредфорда», універсальна десяткова класифікація, був вдосконалений бібліографічний пошук інформації.

Проте на сучасному етапі ми спостерігаємо певні функціональні зміни у наукометрії, які складно назвати втішними. О.В. Москальова прийшла до висновку, що «використання наукометричних даних для порівняння наукової продуктивності та ефективності наукової діяльності цілком виправдано, але не може бути єдиним критерієм, на основі якого приймаються адміністративні рішення»[2, С. 107].

Сумніви в наукометрії виникають у зв'язку з намаганнями перетворити його на інструмент бюрократичного управління наукою, вченими і науковими спільнотами. За словами Д.Л. Солодкіна, «дані про цитування мають широкий спектр можливостей: дозволяють досліджувати внутрішню структуру областей знання, стежити за змінами фронту наукових досліджень, виявляти як розвиваються галузі науки, нові напрямки наукових досліджень в світі, але вони не є об'єктивними критеріями оцінки якості роботи і професіоналізму вченого»[3, С. 189]. Тож насторожує не стільки сама наукометрія як аналітична технологія, скільки її сприйняття як засобу контролю над наукою. Біда ще й у тому, що вторгнення «бюрократичної» наукометрії у сферу гуманітарних наук відбулося з території наук природних і технічних, тому специфіка «знання про людину» практично не враховується. Передовсім йдеться про те, що це знання слабо інтернаціоналізоване, а його досягнення у вигляді творчої думки погано формалізуються в об'єктивних і безпомилкових показниках.

Отже, якими, на наш погляд, є засадничі проблеми інструменталізації наукометрії як технології контролю за дослідницькою сферою і з якими труднощами стикаються українські гуманітарії в цьому контексті? Спробуємо коротко охарактеризувати деякі прикрі тенденції.

Існує загроза підміни формальними показниками цитованості реального внеску у науку. До прикладу. Індекс Хірша Галини Лозко, філолога і за

сумісництвом язичницької «волхвині», становить 11 пунктів. Її робота «Велесова книга: Волхovníк» має 22 цитування, зафіксованих Google scholar. Її підручник «Українське народознавство», що є маніфестом неоязичництва, цитується 267 разів. Велика частина інших текстів авторки написана в тому ж дусі, але наукометричні показники Лозко за продуктивністю майже дорівнюють показникам Наталії Яковенко – авторові фундаментальних праць з історії України. Тож наукометрія не страшує від імітації дослідження, нездатна відділити науку від лженауки і зазвичай не оперує смисловим контекстом цитування. Більше того, вона провокує псевдовчених писати «сенсаційні» дурниці для того, щоб їх спростовували і тим самим підвищували індекс цитування. Найбільш відомий приклад гуманітарних псевдодосліджень – експеримент-провокація Пітера Богосяна, Джеймса Ліндсі та Гелен Плакроуз. Вони свідомо написали декілька явно «безглузких статей», де висловлювалися такі ідеї: «чоловіків треба тренувати як псів, щоб попередити поширення культури насильства», «маскулінний штучний інтелект загрожує світові, «білих чоловіків варто приковувати ланцюгами і змушувати сидіти на підлозі у класі, щоб вони відчували на собі пригнічення соціальних груп». Статті успішно опублікували рецензовані наукові журнали з позитивними відгуками «сліпих рецензентів»[7]. Весь секрет успішності їхнього проекту полягав у тому, що авторам вдалося пристосуватися до неписаної, але надзвичайно жорсткої ідеологічної конвенції західної наукової спільноти, що показало відсутність межі між повним абсурдом та дослідженням в ультраліберальному тренді.

Стандартизація форми, стилістики, ідеології публікацій в процесі виконання стандартів наукометричних систем може привести до того, що формально «правильним», але «порожнім» публікаціям віддається перевага перед «неправильними», але інноваційними роботами. Крім того, як показує досвід, навіть талановиті вчені намагаються пристосуватися до формальних показників, свідомо занижуючи якість своїх публікацій заради збільшення кількості. Кількість в даному випадку не переходить в якість, а протистоїть їй. небезпека полягає в тому, що «сам процес вимірювання потрібних показників і наслідки у вигляді розподілу благ за його результатами радикально порушує систему відповідної діяльності, оскільки у науковців змінюються пріоритети, вони більше зорієнтовані на потрібні показники за будь-яку ціну, ніж на підтримку своєї діяльності» [4].

Зважаючи на це, наукова статистика має бути лише предметом спостереження і аналізу, а не інструментом управління наукою і вченими. Закон Ч. Гутхарта стверджує: «Будь-яка статистична закономірність, яку ми спостерігаємо, ризикує бути спотвореною, якщо на неї починає здійснюватися тиск з метою управління» [5, С. 147]. Якщо цей закон порушується, відбувається підміна смислів: наукова творчість підміняється публікаційною активністю в наукометричних системах, прогрес науки – ефектністю статистичних показників, науковий вплив – кількістю посилань та цитат, наукова співпраця – егоїстичною конкуренцією за посади та фінансові

ресурси, що розподіляються відповідно до індексів. Те, що ми звикли називати наукою, може перетворитися на грандіозну мегасимуляцію.

З приводу українських гуманітарних видань, зареєстрованих в WoS, впадає в око тенденція англізації мови публікацій. Наприклад, «Kyiv-Mohyla Humanities Journal» або «Східноєвропейській історичний вісник» приймають до друку статті лише англійською мовою. Деякі журнали («Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету»), які націлені на перспективу потрапити в WOS, англійські статті приймають на пріоритетній та безкоштовній основі, на відміну від україномовних текстів. Чи означає це, що англійська мова в Україні цінується більше, ніж українська? Як це поєднується з мовним законодавством, що покликане підсилити присутність української мови в суспільному житті?

Справа ще й у тому, що технічні науки використовують універсальний комунікаційний код у вигляді чисел і формул, тому повсякденна мова, як засіб вираження, не має такого великого значення, як у гуманітаристиці, що продукує наукові результати у формі літературно вишуканих наративів. Літературознавчий, філософський або історичний текст не зводиться до чистої інформації: це естетика слова, стиль, ремінісценції, знаки-показники, відсилання до культурного контексту, метафори, ідіоми і образи, закорінені в культурну семіосферу, речником якої виступає автор-дослідник. Все це нівелюється в разі перекладу тексту з рідної мови на англійську або при його написанні будь-якою нерідною мовою.

Неабиякою проблемою є тематична невідповідність більшості українських гуманітарних досліджень західним трендам. Це спостерігається навіть у термінології: українські автори менше думають про політкоректність висловлювань. Визнаним є той факт, що «в значній кількості випадків українські матеріали не приймаються до західних видань через відсутність можливості здійснити їх експертизу» [6]. З точки зору західних експертів, вони «неактуальні для міжнародної аудиторії» [6]. Дійсно, якщо історик вивчає історію рідного краю, наприклад, пише про П'ятихатки чи Павлоградський повіт у XIX ст., він приречений на наукову маргінальність, бо його дослідження, незважаючи на якість, гарантовано не візьмуть до провідних західних журналів, що зареєстровані у Scopus чи WoS.

Ще одна небезпека – це ризикованість молододосліджених і вузькоспеціалізованих тем, які не мають значної історіографічної традиції і суспільного розголосу. Їхнє вивчення «соціально незатребуване», тобто «неактуальне» з точки зору домінуючого політичного та ідеологічного дискурсу. Авторів роботи за «неактуальною» темою не пощастило: на його статтю, яка може бути інноваційною у своїй вузькій сфері, будуть посилатися мало або не посилатися взагалі, принаймні, у найближчий після публікації час. Ученому-гуманітарію, що обирає тему, відтепер складно спиратися лише на академічний інтерес без імітації інтересу «громадського» і без орієнтації на неоліберальні конвенції західного академічного світу [2, С. 107].

Врешті-решт, система наукової звітності вимагає від дослідника друкуватися в наукометрично значущих виданнях з тим, щоб його думки і висновки потім широко цитувалися в інших індексованих текстах. Отже, в ідеалі всі вчені повинні представляти свою працю в виданнях Scopus і WoS, якщо хочуть, щоб система фіксувала їхні успіхи і прискорювала «службові ліфти». А міжнародне експертне співтовариство в особі редакцій і рецензентів несе відповідальність за якість прийнятих матеріалів, тому приймає «краще з кращого». Це означає, що вчений орієнтований публікувати тексти високого ступеня завершеності, теоретичної безспірності, інтелектуальної неризикованості, суворої верифікованості усіх своїх тверджень та спостережень. Інструкції з підготовки статей в індексованих журналах на цьому, власне, й акцентують: стаття, що готується до друку, не повинна містити помилкових висновків, що їх не можна застосувати, а також «застарілої інформації» [9, С.5].

Насправді, історія гуманітарних наук говорить нам про те, що абсолютна верифікація знання неможлива, «застаріла інформація» – поняття відносно і суб'єктивне, а наукові теорії не поділяються на «правдиві» і «неправдиві». Сама ж наука як сфера думки – це «пролірефація» гіпотез, концепцій, теорій, як загальноновизнаних, так і новаторських, як «помилкових», так і таких, що певний час здаються «правильними». Більше того, науковець може продукувати і цілком неймовірні теорії (К. Поппер, П. Фейєрабенд).

Висновки

1. Головна проблема застосування наукометрії (і це не лише українська ситуація, а скоріше світова тенденція) полягає в тому, що інструмент наукової аналітики штучно перетворено на засіб адміністративного управління науково-дослідницьким процесом. Це деформує наукову діяльність вже на етапі постановки дослідницьких завдань. Недарма серед науковців вже давно блукає сумний анекдот: «Вчений XIX ст.: – Я повинен знайти пояснення цього феномена, щоб дійсно зрозуміти Природу. Вчений XXI ст.: – Я повинен підігнати результати під свою теорію, тоді я зможу відправити статтю в журнал "Nature"» [4].

2. Наукометрія як інструмент, який первинно апробовувався в галузі технічних та природничих наук, не враховує специфіку сфери Humanities and Arts, в якій не працюють позитивістичні критерії та принципи верифікації експериментальних знань. Гуманітарні науки мають справу із соціальною реальністю, пояснюючи логіку і механізми її функціонування, інтерпретують тексти, спираючись на презумцію множинності інтерпретаційних стратегій та безмежжя наукових «істин». Гуманітаристика є науковою сферою тільки в тому сенсі, що пошук відповідей відбувається в рамках соціальних структур, творчий пошук обмежується процедурами формальної логіки, самі ж відповіді є гіпотетичними твердженнями про реальність, що неодмінно підлягають спростуванню («фальсифікації» – в попперівському тлумаченні). В глобальному сенсі, за висловом Г. Гумбрехта, гуманітарні науки «повинні прагнути до винайдення шляхів розуміння і пояснення того, що ми називаємо

”реальністю”» [8]. Українська гуманітаристика в такій ситуації опиняється у ще більшій скруті: як через вузькість україномовного інтелектуального простору, так і через культурну неуніверсальність результатів, що здобуваються гуманітаріями, їхню неминучу національну укоріненість та ідеологічну «дискурсивність».

3. Нарешті, перекладаючи все більше відповідальності за експертизу наукових доробків на редакцію і експертів міжнародних наукометричних видань, при відсутності українських (і україномовних) гуманітарних наукометричних видань, які б враховували специфіку гуманітарного пізнання, ми нехтуємо формуванням та вдосконаленням власного експертного середовища.

Посилання

1. Соколов Д. В. Публикационная активность как наукометрический индикатор: российский и международный опыт / Д.В. Соколов // Управление наукой и наукометрия. 2014. С.131-147.
2. Москалева О.В. Использование наукометрических показателей для оценки научной деятельности / О.В. Москалева // Наукоевческие исследования. – Москва, 2013. С. 85-109.
3. Солодкин Д.Л. К вопросу о становлении и развитии наукометрии / Д.Л. Солодкин // Вестник Омского университета. 2013. №3. С. 185-189.
4. Мошенничество в наукометрии или борьба за импакт-фактор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://open-education.net/academic/university/moshennichestvo-v-naukometrii-iliborba-za-impakt-faktor/>
5. Вольчик В., Оганесян А. Реформы в образовании: бремя адаптации / В. Вольчик // TERRA ECONOMICUS. 2017. Т.15. № 4. С.136-148.
6. Скорус замість науки: чи потрібно це Україні? [Електронний ресурс]. – Режим доступа: www.golos.com.ua/article/303608
7. Academic Grievance Studies and the Corruption of Scholarship [Electronic resource]. – URL:<https://areomagazine.com/2018/10/02/academic-grievance-studies-and-the-corruption-of-scholarship/>
8. Гумбрехт Ханс Ульрих. Ледяные объятия «научности», или Почему гуманитарным наукам предпочтительнее быть «Humanities and Arts» // Новое литературное обозрение. 2006. № 5. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://magazines.gorky.media/nlo/2006/5/ledyanye-obyatiya-nauchnosti-ili-pochemu-gumanitarnym-naukam-predpochtitelnee-byt-humanities-and-arts.html>
9. Ассоциация научных редакторов и издателей. Методические рекомендации по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных. – М., 2017. – 144 с.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ НА ОСНОВІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ

Підполковник служби цивільного захисту

канд. наук з держ. упр., ст. викладач С.А. Вавренюк*

**Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах факультету пожежної безпеки
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

В наш час, в більшості країн, оцінка ефективності освітньої системи визначається завдяки нормативам системи якості та рекомендаціями нормативних документів у сфері якості, а також співвідношенням результатів освітньої й наукової діяльності з цільовими показниками.

До основних принципів розвитку якості освіти варто віднести:

- системність;
- централізація освітнього процесу;
- створення гнучких організаційних освітніх структур;
- розробка освітніх й розвиваючих програм на різних рівнях освіти.

Варто виділити три рівня управління якістю освіти, завдяки яким відбувається формування відповідної системи контролю й оцінки якості освіти:

- стратегічний рівень, тобто рівень взаємодії з регіональними освітніми структурами, який забезпечує формування нормативно-правової бази та сучасного інституційного середовища для підвищення якості освіти;
- тактичний рівень, який забезпечує розробку нормативних документів освітніх закладів для систематизації освітнього процесу й підвищення якості освіти;
- оперативний рівень, котрий забезпечує участь педагогічних та науково-педагогічних працівників у забезпеченні якості освіти на всіх її рівнях.

Застосування системи якості освіти в нашій державі обумовлено міжнародними вимогами до якості освітніх послуг. Вони визначають основні вимоги до:

- системи якості установ усіх форм власності;
- усіх напрямів освітньої діяльності;
- визначають термінологію, в тому числі, і в освітніх закладах;
- підвищення ефективності організаційної діяльності установ й покращення задоволеності споживачів, поставщиків, партнерів й держави;
- методичних рекомендацій до проведення оцінки якості освітніх послуг.

Таким чином, в основі системи оцінки якості в освіті лежать міжнародні стандарти й відповідність державним освітнім стандартам, а також виконання ліцензійних й акредитаційних показників закладів вищої освіти. В результаті цього, з однієї сторони, відбувається підвищення прибутковості діяльності установи, а з іншої, відповідність нормативним регламентам й інституційним нормам.

Якщо аналізувати стандарти якості, то в них визначені наступні принципи забезпечення якості, котрі необхідно використовувати в системах якості освітніх закладів вищої освіти й враховувати в управлінні освітніми організаціями, а також при створенні системи оцінки якості освіти:

1. Орієнтація на споживача, коли заклади вищої освіти при розробці освітніх програм та методичного забезпечення навчального процесу враховують сьгоднішні й майбутні тактичні та стратегічні інтереси здобувачів, їхніх роботодавців, а також держави.

1.1. Можливість працевлаштування випускників закладів вищої освіти за вибраним фахом;

1.2. Можливість кар'єрного росту майбутніх фахівців освітніх закладів за вибраним фахом;

1.3. Диверсифікація ризиків втрати роботи випускників закладів вищої освіти в процесі наступної трудової діяльності;

1.4. Забезпечення можливості підвищення кваліфікації за вибраним фахом та перепідготовки в результаті зміни ринку праці й науково-технічного процесу, а також глобалізації й трудової міграції в світовому масштабі;

1.5. Більш висока заробітна плата випускників закладів вищої освіти, в результаті наступної трудової діяльності;

1.6. Зростання доходів й підвищення конкурентоспроможності комерційних організацій, котрі наймають випускників закладів вищої освіти для виконання визначеної роботи у відповідності до професійних компетенцій;

1.7. Збільшення структурного, інтелектуального, соціального капіталу комерційних організацій, котрі наймають випускників закладів вищої освіти для виконання визначеної роботи у відповідності до їх професійних компетенцій;

1.8. Підвищення якості соціального ресурсу держави;

1.9. Збільшення ВВП за рахунок росту прибутку комерційних підприємств від підвищення якості трудових ресурсів.

1.10. Підвищення якості життя;

1.11. Зниження соціальної напруженості.

Основною метою впровадження системи якості є підвищення задоволеності споживачів освітніх послуг. При цьому в контексті теорії якості необхідно враховувати змістову складність освітніх послуг, яка включає в себе елементи:

- навчання;
- формування нових знань на ряду зі споживачами;
- брендінг.

У відповідності до стандартів якості можна виділити декілька етапів розвитку системи якості в закладах вищої освіти:

1 етап: визначення потреб й сподівань споживача, а також усіх учасників освітнього процесу:

- здобувачів;

- роботодавців;
- держави й суспільства.

2 етап: розробка політики якості й стратегії покращення.

3 етап: формування переліку процесів в контексті управління якістю з врахуванням:

- розподілу сфери відповідальності;
- вивчення зв'язків процесів й задач в області якості;
- визначення взаємозв'язку між процесами в системі освітньої діяльності.

4 етап: визначення необхідних ресурсів для забезпечення якості освітньої діяльності з врахуванням вимог державних освітніх стандартів, включаючи:

- матеріальні ресурси (будівлі та споруди, обладнання, програмне забезпечення);
- нематеріальні ресурси, включаючи патенти й авторські свідоцтва;
- кадрові ресурси, які включають в себе інтелектуальний капітал, структурний капітал, соціальний капітал персоналу закладів вищої освіти;
- фінансові ресурси.

5 етап: забезпечення установ, співробітників необхідними ресурсами для забезпечення підвищення якості освітньої діяльності.

6 етап: розробка системи показників й критеріїв для оцінки ефективності й досягнення цільових показників кожного етапу в процесі освітньої діяльності.

7 етап: визначення необхідного об'єму засобів для розвитку й підвищення якості.

8 етап: розробка й впровадження організаційно-економічного механізму управління якістю.

Таким чином, система управління якістю освітою, котра прийнята в ЄС враховує баланс між внутрішньою культурою якості та тією роллю, яку можуть відігравати процедури зовнішньої гарантії якості.

Мета розроблених стандартів й рекомендацій по управлінню якістю вищої освіти в ЄС полягає в наданні допомоги й підтримці закладів вищої освіти у створенні власних систем гарантії якості, а також агентств, котрі проводять зовнішню гарантію якості.

Таким чином, в нашій державі сформувалась система оцінки якості освіти, основою якої є нормативний підхід, проте міжнародні рейтинги оцінки іміджу закладу вищої освіти основані на використанні основного принципу системи якості, тобто задоволеності вимог споживача, який виражається в комплексній оцінці якості навчання, якості наукової діяльності, якості сервісу й іміджевих показників. Відповідно до цього, якість освіти можливо розглядати як інтегральну властивість освітнього процесу, котра визначає ефективність управління освітою, що включає в себе ефективність вибраної стратегії розвитку, навчання, наукової діяльності, реклами та інше.

Посилання

1. Вавренюк С.А. Проблеми болонського процесу для системи вищої школи / С.А. Вавренюк// Інвестиції: практика та досвід: науково-практичний журнал, серія Державне управління. – К. : ТОВ «ДКС Центр», 2018. – Вип. 18. – С. 59-62.
2. Вавренюк С.А. Европейские тенденции развития последипломного образования / С.А. Вавренюк// Polish journal of science: наук. журнал. – Польща (Варшава), 2018. – Вип. №9. – С. 29-32.
3. Вавренюк С.А. Проблеми та напрямки досягнення якості освіти на етапі реформування вищої освіти України / С.А. Вавренюк// Інвестиції : практика та досвід: науково-практичний журнал, серія Державне управління. – К. : ТОВ «ДКС Центр», 2018. – Вип. 14. – С. 79-83.

АНАЛІЗ ПРАКТИКИ РОЗВИТКУ НАВЧАЛЬНОЇ АВТОНОМІЇ СТУДЕНТІВ

Магістрант А.В. Дзвінчук

Керівник - доц., канд. пед. наук І.Б. Учитель

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Проблема розвитку умінь навчальної автономії студентів вивчалася в різних аспектах: теоретико-методологічні засади самостійності студента (В. Буряк, І. Лернер [4]; В. Ляудіс, О. Малихін, В. Сластьонін, М. Солдатченко, П. Підкасистий, Т. Шамова та ін.); методичні основи формування умінь самостійної навчальної діяльності студентів (В. Буринський, Т. Волкодав, О. Жерновнікова, Н. Клименко, С. Кустовський, Н. Максименко, О. Муковіз, Л. Онучак, І. Сидоренко, Т. Сердюк, І. Шайдур та ін.). Окремі аспекти розвитку умінь навчальної автономії розкрито в дослідженнях вітчизняних та зарубіжних авторів: технології розвитку умінь навчальної автономії у студентів немовних спеціальностей при вивченні мови з використанням підкастів (Ж. Анікіна) [1]; навчальна автономія в контексті сучасної освіти (А. Даниленко) [2]; автономія учнів у процесі вивчення мови та культури (Н. Коряковцева) [3]; розвиток навчальної автономії студентів ВТНЗ при формуванні іншомовної компетентності (С. Мойсеєнко) [5]; інноваційні підходи до викладання іноземної мови (О. Орлова); формування навчальної автономності студента в позааудиторній формі навчальної діяльності (Т. Северіна) [6]; організаційно-педагогічні умови формування освітньої самостійності студентів педагогічного вишу (Є. Таранчук) [7]; автономне навчання як умова подальшої ефективності професійної діяльності (Ю. Федоренко) [8]; розвиток автономності іноземних студентів у процесі мовної підготовки в технічному вузі (Т. Цимбал) [9] та ін.

З метою визначення рівня сформованості умінь організації самостійної навчальної діяльності нами було проведено анкетування студентів-магістрантів денної форми навчання різних спеціальностей. Аналіз результатів опитування показав, що багато студентів не усвідомлюють ролі самостійної діяльності в підготовці майбутнього фахівця; не замислюються над тим, що деякі види позааудиторної самостійної роботи студент повинен виконувати постійно, систематично. Як показало опитування, підготовка до семінарських занять здійснюється багатьма студентами несистематично. Для підготовки до наступного лекційного заняття не кожен студент опрацьовує конспект лекцій, багато хто покладається на добру пам'ять. Частка студентів вивчає конспект лекцій, користуючись телефоном у незручних для навчальної роботи умовах (в той час коли чекають на чергу, знаходяться у транспорті). За таких умов студенти лише вивчають текст конспекту, проте не виконують завдання для самоперевірки.

Опитування показало, що особливо складним для студентів є нормування часу на виконання самостійної роботи. Більшість з опитаних не уявляє обсяги витрат часу, необхідного для виконання завдань різного типу, а тому відкладає виконання «на потім». В результаті страждає якість виконаної роботи, оскільки за короткий термін студенти не встигають глибоко вивчити необхідний матеріал, узагальнити інформацію, оформити її згідно з існуючими вимогами. Такі результати засвідчили, що студенти відчують складнощі при плануванні та самоорганізації самостійної навчальної діяльності.

Також опитування показало, що не всі студенти користуються можливістю особисто отримати поради, рекомендації викладача на консультації. Студенти пояснювали таку ситуацію тим, що за розкладом консультації зазвичай припадають на другу половину дня, коли вони працюють у позанавчальний час. Студенти виказали вдячність викладачам, які, користуючись Viber або Skype, надають «швидку дистанційну допомогу», проводять дистанційне консультування студентів у ситуаціях, коли студент не має можливості відвідати консультацію.

Додатково ми провели аналіз якості самостійних робіт – невеликих за обсягом творчих завдань (есе), які студенти виконували у період карантину під час змішаного навчання. Критичний аналіз якості робіт засвідчив, що студенти часто некоректно використовують інформацію інших авторів, не усвідомлюють у повній мірі власну відповідальність за порушення авторських прав, що призводить до плагіату. При цьому мало хто з опитаних студентів ознайомився з «Кодексом доброчесності НМетАУ», який знаходиться на сайті навчального закладу. Такі результати обумовили необхідність проведення викладачем додаткової роз'яснювальної роботи для запобігання плагіату.

Отже, аналіз практики розвитку умінь навчальної автономії студентів показав існування протиріч: між зростаючою потребою суспільства у фахівцях, здатних навчатися вродовж життя та недостатнім рівнем навчальної автономії студентів; між нормативними вимогами до здатності студента

працювати автономно та недостатньою методичною базою для супроводу самостійної діяльності студентів в умовах змішаного навчання.

Висновки:

1. Студенти відчують складнощі при плануванні та організації позааудиторної самостійної роботи
2. Студенти стикаються зі складнощами у нормування часу на виконання позааудиторної самостійної роботи.
3. Традиційні форми консультацій в сучасних реаліях недостатні для того, щоб охопити усіх студентів.
4. Для запобігання плагіату при виконанні самостійної роботи студентам потрібна додаткова допомога викладача (у навчанні академічному письму, правилам оформлення цитувань, робота над помилками тощо).

Посилання

1. Аникина Ж. С. Технология развития умений учебной автономии у студентов вуза при обучении иностранному языку с использованием подкастов // Филологические науки. Вопросы теории и практики, №6, 2013, часть 2, С. 31-33.
2. Даниленко А. С. Учебная автономия в контексте современного образования / А. С. Даниленко // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2017.– Том 8, №7. – С.142-149. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://research.sfu-kras.ru/publications/publication/30487251>
3. Коряковцева Н. Ф. Автономия учащегося в процессе изучения языка и культуры / Автономность в практике обучения языкам и культурам: сб.научн.тр. МГЛУ, Вып. 461, М. – 2001. – С.16-17.
4. Лернер И.Я. Прогностическая концепция целей и содержания образования / И.Я. Лернер, И.К. Журавлев. – М. : Изд-во РАО, 1994. – 120 с.
5. Мойсеєнко С. М. Розвиток навчальної автономії студентів ВТНЗ при формуванні іншомовної компетентності. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.kamts1.kpi.ua/sites/default/files/moiseienko_rozvytok.pdf
6. Северіна Т. Формування навчальної автономності студента в позааудиторній формі навчальної діяльності / Т. Северіна // Актуальні питання гуманітарних наук: міжвуз. зб. наук. пр. молодих вчених Дрогобицького держ. пед. ун-ту імені Івана Франка; Дрогобич, 2018.– Вип. 20. Том. 3. – С. 111-115.
7. Таранчук Е. А. Организационно-педагогические условия формирования образовательной самостоятельности студентов педагогического вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Таранчук Евгения Александровна; Красноярский педагогический университет им. Астафьева. – Красноярск, 2008. – 23 с.
8. Федоренко Ю. Автономне навчання як умова подальшої ефективної професійної діяльності / Ю. Федоренко // Педагогічні науки. – 2009. – Вип. 2. – С. 79-83. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pena_2009_2_18
9. Цимбал Т. М. До питання розвитку автономності іноземних студентів у процесі мовної підготовки в технічному вузі. Зб. наук. праць Харківського національного університету ім. Г. С. Сковороди. – Сер. Педагогіка та психологія. – 2017. – Вип. 58. – С. 180-188.

ДУАЛЬНА ОСВІТА ЯК ФОРМА СОЦІАЛЬНОГО ПАРТНЕРСТВА – ЗАПОРУКА СТАБІЛЬНОСТІ КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ БАЗОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ НІКОПОЛЬСЬКОГО РЕГІОНУ

Директор центру¹ С.М. Зінченко, зав. НВМ², аспірант³ А.Л. Зінченко

¹Нікопольський регіональний центр моніторингу освіти та соціального партнерства

²Нікопольський фаховий коледж

Національна металургійна академія України, м. Нікополь

³Кафедра педагогіки та методики технологічної освіти (Криворізький державний педагогічний університет)

Постановка проблеми. Забезпечення якісної професійної підготовки кадрового потенціалу базових підприємств Нікопольського регіону є особливо актуальною проблемою у даний час. Проблема професійної підготовки диктує необхідність впровадження інноваційних підходів у систему освіти, тому для забезпечення конкурентоспроможних випускників є необхідним впровадження дуальної системи навчання в умовах соціального партнерства. На основі проведеного аналізу визначено, що дуальне навчання – альтернативний підхід до традиційного і, що така організація освітнього процесу є найбільш ефективною.

Базові підприємства Нікопольського регіону потребують фахівців, які б відповідали сучасним вимогам роботодавців. Тому, на нашу думку, у системі дуальної освіти, потрібно постійно проводити аналіз тенденцій на ринку праці, у суспільстві та шукати нові методи формування та розвитку професійної компетенції майбутнього кадрового персоналу сучасних підприємств, що не можливо зробити без соціального партнерства з роботодавцями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наукових працях вітчизняних та закордонних дослідників зображенні питання впровадження дуальної освіти в умовах соціального партнерства таких, як: Є. Терещенової, А. Келя, В. Грайнерта, Я. Канакіної, Г. Кершенштейнер, І. Бойчевської, Ю. Кравець, У. Бека, Н. Абашкіної, І. Моцюк, Б. Тидеманн, О. Яковенко та інші.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, присвячених встановленню та сучасному стану розвитку дуальної системи освіти як запоруки стабільності кадрового потенціалу, вони мають частковий та аспектний характер і не містять результатів комплексного, теоретико-методичного дослідження. Необхідно зазначити, що і організаційно-педагогічні засади дуальної освіти, як запоруки стабільності кадрового потенціалу сучасних підприємств, на сьогодні досліджено недостатньо.

Мета дослідження – вивчення та проведення аналізу сучасних підходів до визначення поняття «дуальна освіта», зарубіжного педагогічного досвіду щодо реалізації дуальної системи освіти як запоруки соціального партнерства, з метою професійної підготовки майбутнього кадрового персоналу сучасних підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно Закону України «Про освіту» визначено, що «дуальна форма здобуття освіти – це спосіб здобуття освіти, який передбачає поєднання навчання осіб у закладах освіти (в інших суб'єктів освітньої діяльності) з навчанням на робочих місцях, на підприємствах, в установах та організаціях для набуття певної кваліфікації, як правило, на основі договору».

Дуалізм (від лат. *dualis* - подвійний) – принцип філософського пояснення сутності світу, який виходить з визнання наявності у ньому двох першооснов (субстанцій) – духу і матерії, ідеального і матеріального. В енциклопедії дуалізму дається означення, як властивості деякої теорії або концепції відповідно до якої, нерозривно співіснують два початку (сили, природи), несвідомих один від одного або навіть протилежні.

Засновником дуалізму як філософського вчення вважається французький філософ Рене Декарт (1596 – 1650). Термін «дуалізм» був введений німецьким філософом Христіаном Вольфом (1679-1754).

Центральне місце у теорії економічного розвитку займає концепція дуальної економіки, автором якої був англійський економіст, лауреат Нобелівської премії з економіки Вільям Артур Люїс (1915 – 1991).

В економічному довіднику дається означення дуальної економіки: «Існування одночасно у рамках однієї економічної системи різних способів виробництва, споживання, ринків праці, які заважають один одному і характерні для перехідних періодів розвитку економіки».

Дуальна система навчання була започаткована у Німеччині. Дуальною освіта називається тому, що містить у собі дві складові: придбання необхідних для професії практичних знань та навичок на підприємстві, а теоретична частина – у навчальному закладі.

У Концепції підготовки фахівців, за дуальною формою здобуття освіти, розкриваються суперечності, які виникли в нашому суспільстві, між освітньою підготовкою здобувачів освіти та вимогами роботодавців безпосередньо на робочих місцях [1].

З точки зору науковців, дуальна система освіти – це інноваційний тип організації професійної освіти випускників, котрий являє собою злагоджену співпрацю вишів і роботодавців у професійній підготовці конкурентоздатних фахівців.

Проблему збільшення відриву, невідповідності між рівнем професійної підготовки випускників – майбутнього кадрового потенціалу сучасних підприємств та розвитком виробництва, можна розв'язати шляхом впровадження нових інформаційних технологій та збільшення обсягу практичних та теоретичних знань студентів вишів. У цьому зв'язку, заслуговує на увагу досвіди дуальної освіти країн Європи та Азії з розвинутою ринковою економікою, які залежить від темпів удосконалення виробництва та рівня сучасної професійної підготовки випускників вищих навчальних закладів.

Таблиця 1. Поняття «дуальна освіта» у наукових дослідженнях

1	Освітній процес, що поєднує практичне навчання з частковою зайнятістю на виробництві та навчання в традиційному освітньому закладі. Дуальність означає "двоєдність, подвійність", "єдине організаційне ціле". Подібна форма професійної освіти виникла як продукт соціального партнерства, що являє собою механізм тісної взаємодії держави, роботодавців, профспілок і різних громадських об'єднань з підготовки висококваліфікованих кадрів відповідно до потреб ринку праці [2];
2	Система, яка забезпечує рівновагу між попитом і пропозицією фахівців на ринку праці, адже співпраця освітніх і господарських суб'єктів передбачає підготовку саме тієї кількості фахівців і такої якості знань та вмінь, якої у певний час потребує ринок праці [3];
3	Форма організації та реалізації навчального процесу, яка передбачає теоретичне навчання в освітній організації, а практичне – в організації роботодавця [4];
4	Інфраструктурна регіональна модель, що забезпечує взаємодію систем: прогнозування потреб у кадрах, професійного самовизначення, професійної освіти, оцінки професійної кваліфікації, підготовки та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів, включаючи наставників на виробництві [5];
5	Організований навчальний процес реалізації освітніх програм, що поєднують часткову зайнятість на виробництві й навчання з неповним навантаженням у традиційній університетській системі, відповідно до Міжнародної стандартної кваліфікації ЮНЕСКО;

Важливим для нас є досвід дуальної освіти у Німеччині. Німецький комітет з питань виховання та освіти (1953 – 1965) вперше ввів поняття «дуальна» для характеристики системи навчання на підприємстві та в навчальному закладі. Німецькі роботодавці особисто несуть відповідальність за професійну підготовку випускників на підприємстві відповідно до договорів. Роботодавці самостійно приймають рішення про кількість студентів, та за якими професіями вони будуть навчатися. Підприємства, у співпраці з вищими навчальними закладами, виконують головну роль у професійній підготовці. Між студентом, підприємством та навчальним закладом затверджується трьохсторонній договір на професійну підготовку. Для дуальної системи професійного навчання характерна диференційована система іспитів. Вона містить:

- поточні іспити (для усіх освітніх професій);
- підсумкові іспити (для усіх освітніх професій);
- іспити для екстернів (характер підсумкових іспитів).

Цінність дуальної системи в Німеччині:

- навчання розуміється як соціальна перестраховка;
- позитивне значення для подальшого навчання;

- студентам зараховується час навчання на підприємстві як стажування;

- навчання збільшує шанси на професійну кар'єру.

На нашу думку, цікавий досвід дуальної освіти у Франції. У 1973 було створено об'єднання навчальних закладів ГРЕТА (GRETA), яке забезпечує професійну підготовку та підвищення кваліфікації випускників. Вони укладають договори з великими підприємствами, розробляють концепцію професійної підготовки, засновують сертифікат професійної придатності, впроваджують нові технології. Освітні програми ГРЕТА відповідають сучасним потребам роботодавців.

Розглянемо передовий досвід дуальної освіти Данії. У 2005 р. була розроблена Національна рамка кваліфікацій (НРК) на основі Болонського процесу. За дуальною системою Данії, відбувається розподіл повноважень між Міністерством освіти (відповідає за управління та зміст програм) та соціальними партнерами – професійними комітетами (розробляють подальший зміст навчальних програм з професійної підготовки). Така співпраця ефективна для реалізації національної рамки кваліфікацій. Данська рамка кваліфікацій має 8 рівнів. Головною складовою концепції рівнів є представлення результатів навчання, які визначені за критеріями знань, вмінь та компетентностей. Згідно дуальному навчанню у Данії, відбувається теоретичне навчання на базі навчального закладу (25%) та практичне навчання на підприємстві (75%).

Дуальна форма є основою промислового розвитку і у таких високорозвинутих країнах Європи, як: Швейцарія, Австрія, Норвегія, Італія. У країнах Європейського Союзу набули широкого визнання проекти «Розробка європейських підходів і методів до дуального навчання» (DEWBLAM) та «Кваліфікації дуального навчання» (WBLQUAL).

Становлення та розвиток дуальної освіти як форми соціального партнерства – запоруки стабільності кадрового потенціалу у кожній країні є різним, тому дуальна система набуває риси національної моделі функціонування. Не існує єдиної еталонної моделі дуальної форми навчання.

Зробимо аналіз закордонних практик функціонування дуальної освіти в азіатських країнах.

У Південної Кореї особу увагу приділяють якості національної продукції на світовому ринку та підвищенню конкурентоспроможності випускників вищих навчальних закладів. За корейською дуальною системою навчання, існує програма «2+1» подібна до дуальної системи Німеччини, за якою професійне навчання триває у навчальному закладі 2 роки та 1 рік здійснюється на базі підприємств. Головна мета запровадження програм «2+1» – підвищення практичної професійної підготовки безпосередньо під час навчання на виробництві та в навчальному закладі. Програма «2 + 1» допомагає студентам набути необхідних професійних знань, умінь та навичок, покращити процес професійної адаптації до умов роботи на підприємстві. Особливості програми «2 + 1» складаються у: підвищенні

якості освіти шляхом фінансової підтримки підприємствам; проведенні практичного професійного навчання відповідно до потреб конкретного підприємства; заохочуванні виробничих підприємств до активної участі у розвитку моделі «навчання – праця» для максимізації потенціалу людських і матеріальних ресурсів освітнього і промислового секторів [6].

Дуальна система професійної підготовки у Японії набуває все більшої популярності, але вона відрізняється від європейської моделі співпраці між навчальними закладами та підприємствами Німеччині, що не передбачає подальшого працевлаштування випускників. В Японії реалізується дуальна система, яка одержала назву «японська стилізована дуальна система». Система поєднує дводенну професійну підготовку у навчальному закладі з триденною працею на виробництві. Головні задачі японської стилізованої дуальної системи – підвищення конкурентоспроможності випускників відповідно до сучасних вимог підприємств, подальше працевлаштування та запобігання зміни місця роботи.

На нашу думку, цікава і цінна японська виховна робота щодо здійснення правильного вибору майбутньої кар'єри випускника на весь період життя, і цей досвід заслуговує вивчення та впровадження в Україні. З метою покращення процесу працевлаштування та підтримки випускників, створенні центри професійних консультацій і підготовки «Кафе професії», консультаційні центри «Привіт, Робота!», Центри студентського працевлаштування, Консультаційні відділи найму студентів, Центри працевлаштування студентів.

Національна металургійна академія України (Нікопольський факультет і Нікопольський фаховий коледж), реалізуючи стратегію безперервної освіти з базовими металургійними підприємствами Нікопольського регіону Дніпропетровської області, уклала довгострокові трьохсторонні договори (навчальний заклад, базові підприємства, МОН України) про соціальне партнерство на 2016 – 2022 роки. Головною метою, яких є реальне практичне навчання студентів на базових металургійних підприємствах для подальшого їх працевлаштування та соціального захисту. Соціальне партнерство, встановлення та укріплення зв'язків з базовими підприємствами міста Нікополя відкривають для НМетАУ додаткові можливості випереджального розвитку: спрощення доступу до інформації про ринок праці; забезпечення обліку вимог роботодавців до змісту підготовки фахівців; спрощення процедури корегування старих і розробки нових навчальних матеріалів і програм, які відповідають вимогам роботодавців; відкриваються широкі можливості для професійної підготовки випускників вишів; розширюються можливості працевлаштування випускників.

Головним принципом соціального партнерства є принцип спільної діяльності НМетАУ і роботодавців, який передбачає активність, рівноправність сторін, дотримання норм законодавства, добровільність і відповідальність у прийнятті зобов'язань, постійна консультативна взаємодія, позитивне прийняття сторонами один одного.

Висновки

У підсумку слід зазначити, що апробація дуальної освіти як форми соціального партнерства – запоруки стабільності кадрового потенціалу базових підприємств Нікопольського регіону здійснювалась на базі Національної металургійної академії України (Нікопольський факультет і Нікопольський фаховий коледж).

На нашу думку, треба відзначити, що:

1. за результатами проведеного аналізу закордонного досвіду дуальної освіти як форми соціального партнерства – запоруки стабільності кадрового потенціалу, можна стверджувати про різноманітні форми взаємодії (розробка стратегії навчального закладу з підприємствами, впровадження системи відстеження кар'єри випускників та інше), які необхідно впроваджувати в навчально-виробничий процес.
2. соціальне партнерство розглядається як соціальний діалог, що здійснюється у формі співпраці, яка буде сприяти переходу професійної підготовки вищих навчальних закладів на якісно новий рівень підготовки конкурентоспроможних випускників.
3. реалізація дуальної системи сприяє розвитку ефективної системи соціального партнерства вищів з базовими підприємствами, стабілізації кадрового потенціалу сучасних підприємств Нікопольського регіону.

Метою впровадження дуальної форми здобуття освіти є забезпечення швидкого реагування на зміни кон'юнктури ринку праці, а це можливо тільки при створенні системи соціального партнерства, покращення професійної підготовки випускників до організації соціального партнерства, при збереженні кращих традицій вищої школи з професійної підготовки.

Дуальна система як форма соціального партнерства є запорукою стабільності кадрового потенціалу сучасних підприємств, суспільно значущою для функціонування, підтримки та розвитку України, потребує чіткої відповідної державної політики. Подальшу роботу вбачаємо у розробці педагогічних умов застосування дуальної системи освіти у Національній металургійній академії України (Нікопольському факультеті і Нікопольському фаховому коледжу України).

Посилання

1. Концепція підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти. Кабінет міністрів України. Розпорядження від 19 вересня 2018 р. № 660 р. Київ. / Режим доступу : zakon.rada.gov.ua/kaws/show/660-2018-p#n9.
2. Федотова Г.А. Соціальне партнерство в профобразованні ФРГ. / Г.А. Федотова // Професіональне образование. – 2000. – № 6. – С. 9-11
3. Абашкіна Н. В. Принципи розвитку професійної освіти в Німеччині : монографія / Н.В. Абашкіна – К. : Вища школа, 1998. – 207 с.
4. Вовк В.А. Формування соціальної політики підприємства : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.09.01. Харків, 2005. 24 с.

5. Методичні рекомендації по реалізації дуальної моделі підготовки висококваліфікованих робітничих кадрів / уклад. О.П. Дрозд. – Чернігів : ЧНТУ, 2015. – 136 с.
6. Promotion and linkage between technical and vocational education and the world of work // UNEVOC studies in technical and vocational education, Number 10. Section for technical and vocational education. ED – 97 /WS – 45. – Paris : UNESCO, 1997. – 139 p.

МЕТОД SMART–ПРОЕКТІВ ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ

*Зав. відд. *, ст. викл. вищої категорії О.Ф. Кошкіна*

* Електротехнічне відділення

***Нікопольський фаховий коледж Національної металургійної академії
України, м. Нікополь***

Процеси реформування національної системи освіти України вимагають застосування інноваційних технологій і методів навчання. Від сучасного вищого навчального закладу вимагається запровадження нових підходів до навчання, що забезпечують розвиток комунікативних, творчих і професійних компетенцій та стимулюють потребу майбутнього фахівця у самоосвіті та самовдосконаленні.

Актуальність дослідження проблеми підготовки кадрів для металургійних та енергетичних підприємств Дніпропетровської області обумовлена потребами попиту сучасного ринку у фахівцях з високим рівнем теоретичних і практичних знань і навичок. Перед викладачами, які готують фахівців – електриків постає проблема пошуку нових шляхів для підвищення пізнавального інтересу і зацікавленості студентів до освіти, зміцнення їх позитивної мотивації в навчанні. Традиційні методи навчання пропонують пасивне сприйняття інформації. Суть інноваційних методів полягає в тому, що навчальний процес утворюється таким чином, щоб залучити студентів до самостійного пошуку, аналізу інформації та творчості.

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій не оминає і сферу освіти. Електронні планшети, смартфони, ноутбуки все активніше залучаються до навчального процесу. В умовах Smart - технологій мотивація до навчання підвищується, адже використання сучасних гаджетів викликає у студентів особливий інтерес. Проте важлива не лише наявність зазначених пристроїв, а наповненість їх якісним освітнім контентом, доступ до якого студент матиме в будь-який час. Вважаю, що перспективним напрямком модернізації системи навчання є застосування методу Smart - проектів.

Метод Smart - проектів реалізується з використанням мережі Інтернет, яка надає студентам можливість засвоєння професійних компетенцій на основі вивчення дисциплін з урахуванням їх багатоаспектності та постійного оновлення змісту. Головне у цьому процесі – це максимальна доступність інформації.

Метод Smart - проектів надає нові можливості викладачам, фахівцям, студентам, а також всім, хто зацікавлений у отриманні знань.

Студент обирає та аналізує ту інформацію, яка йому потрібна, що спонукає його до самостійної роботи та творчості.

Метод Smart - проектів розширює і оновлює роль викладача, робить його наставником - консультантом, який повинен координувати пізнавальний процес, постійно вдосконалювати той матеріал, який викладає, підвищувати кваліфікацію.

Таким чином, впровадження методу Smart - проектів в освіті призведе до переходу від старої системи репродуктивного надання знань до нової, креативної форми навчання із використанням інноваційних методів.

Власний досвід багаторічної роботи в системі вищої освіти дозволив мені із запропонувати використання методу Smart - проектів, як частину інноваційної проектної технології навчання, при для підготовки студентів галузі знань 14 «Електрична інженерія», спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Сформулюю основні напрями інноваційної проектної технології з використанням методу Smart - проектів:

1. Створення авторського мультимедійного продукту, який містить електронні навчально-методичні посібники; слайд-презентації відповідно до тематики лекцій; відеоматеріали.

Мета викладача: візуалізація теоретичної інформації, активізація пізнавальної активності студентів, формування позитивної мотивації та інтересу до навчання, оптимізація процесу засвоєння інформації, розвиток наочно-образного мислення.

2. Застосування інноваційних технологій навчання: проектної технології навчання, методики випереджального навчання.

Мета викладача: інтенсифікація процесу навчання, підвищення ефективності підготовки майбутніх фахівців, формування професійних компетенцій.

3. Застосування інноваційних форм роботи зі студентами: створення студентами науково-творчих проектів, презентацій, розв'язання проблемних ситуацій.

Мета викладача: спонукати студентів до активного самостійного пошуку та обробки інформації за допомогою зовнішніх інформаційних джерел; трансформація складного матеріалу в доступний, розвиток інтелектуальних вмінь та навичок, творчого мислення.

4. Розробка системи електронного контенту для самостійної роботи студентів: курс лекцій, матеріали для самостійного опрацювання; тестові завдання для проміжного та підсумкового контролю.

Мета викладача: забезпечити мобільність у процесі навчання, підвищити якість підготовки майбутніх фахівців.

Особливого значення при використанні методу Smart - проектів набуває контроль якості знань, умінь та навичок студентів. Контроль має бути систематичним, постійним, персональним. Здійснювати такий контроль, як правило, нелегко. Використання технічних засобів контролю, комп'ютерних контролюючих програм значно полегшує роботу викладача. Застосування на заняттях комп'ютерних тестів дозволяє за короткий час отримати об'єктивну картину рівня засвоєння навчального матеріалу у всіх студентів і своєчасно його скорегувати.

Отже, одним із завдань національної системи освіти є підвищення рівня мотивації і інтересу до навчання, збільшення інтелектуальних здібностей, розвиток критичного і творчого мислення, активізація здатності вирішувати нестандартні завдання і проблеми. Використання методу Smart - проектів, як частини інноваційної проектної технології, є новим напрямом у методиці викладання електротехнічних дисциплін у технікумах та коледжах.

Застосування методу Smart - проектів у навчальному процесі є засобом активізації пізнавальної та творчої діяльності студентів; підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу; забезпечення можливості самостійного роботи, вибору режиму навчальної діяльності; варіативності дій у разі ухвалення самостійного рішення, обумовленого навчальною задачею; створення позитивних стимулів, які спонукають до навчальної діяльності та підвищують мотивацію навчання.

Посилання

1. Smart-технології в Україні і світі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://molodi.in.ua/smart-tehnolohiji/>.
2. Якубов С., Якінін Я. Технології SMART та навчальні матеріали /С. Якубов, Я. Якінін // Ні -Tech у школі. – 2011. – № 3 – С. 8 – 11.
3. Буйницька О.П. Інформаційні технології та технічні засоби навчання. Навч. посіб. / О.П Буйницька. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 240 с.

РЕКРЕАЦІЙНО-ОЗДОРОВЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ТУРИЗМ ЯК ВИДИ АКТИВНОГО ВІДПОЧИНКУ СУЧАСНОЇ МОЛОДІ

*Доц., канд. наук з фіз. виховання та спорту Н.Г. Чекмарьова,
доц., канд. пед. наук В.А. Хаджинов, викл. О.А. Чернявська,
ст. викладач О.В. Савенкова*

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

На теперішній час рекреація і туризм стали засобом відпочинку та оздоровлення, вдосконалення особистості для величезного числа жителів планети і найважливішою галуззю економіки багатьох країн.

Туризм і рекреація дають можливість з'єднувати відпочинок з пізнанням побуту, історії, культури, традицій, звичаїв свого та інших народів. У свою чергу, дружні відносини між державами є найбільш важливою передумовою для формування єдиного туристично-рекреаційного простору в масштабах всієї Землі.

Дозвілля молоді істотно відрізняється від дозвілля інших вікових груп у силу її специфічних духовних і фізичних потреб і властивих їй соціально-психологічних особливостей. До таких особливостей можна віднести підвищену фізичну рухливість, динамічну зміну настроїв, зорову та інтелектуальну, емоційну сприйнятливості. Молодих людей тягне до себе все нове, невідоме. Однією із специфічних рис молоді є перевага пошукової активності. Нині найбільш характерною особливістю молодіжного дозвілля є зростання у ньому

частки духовних форм і способів проведення вільного часу, що поєднує розважальність, насиченість інформацією, можливість творчості і пізнання нового. Молодь активна, динамічна і звикла до активного відпочинку, тому для неї необхідно розробляти такі програми, які б залучали її у різні види соціально-культурної активності. Для сучасного студента, який не виявив схильності до спортивної діяльності ще у шкільні роки, більш привабливим стають такі види фізичної активності як заняття різними видами туризму. У теорії фізичної культури туризм відносять до її фонових видів, зокрема, до рекреаційної фізичної культури, представлені у режимі розширеного відпочинку [1]. В умовах вищої школи туризм, за своїм складом є не тільки молодіжним видом активного відпочинку, але і засобом, де досить ефективно реалізуються специфічні функції фізичної культури: освітні, прикладні, спортивні, рекреаційні та оздоровчо-реабілітаційні.

Загальноновизнані форми фізичного виховання – активна рекреація і туризм – набувають останнім часом ще більшої ваги, оскільки вони є ефективними у боротьбі зі зростаючою гіподинамією сучасної людини.

Рекреація (лат. Recreation – перерва, відпочинок між заняттями) – відтворення фізичних і духовних сил людини, витрачених у процесі праці. Сутність рекреації полягає у задоволенні різноманітних потреб людини, пов'язаних з оздоровленням, відпочинком і змістовному проведенні часу у період дозвілля.

Туризм (від французького tour – поїздка, подорож) розглядається як частина рекреації. Під туризмом, у вузькому сенсі слова, розуміються подорожі по замкнутому колу з поверненням у вихідну точку. Він є більш активною частиною, ніж рекреація.

Туризм – це багатогранне явище, що пов'язує економічні, культурні, екологічні аспекти і має невичерпний інноваційний потенціал. Спортивний туризм посідає значне місце серед багатьох засобів виховання студентської молоді, тому що він забезпечує комплексний вплив на всебічний розвиток людини, служить проявом здорового способу життя, сприяє збереженню фізичної працездатності і, водночас відповідає потребам людей молодого віку.

Підвищення рівня здоров'я є необхідною умовою всебічного розвитку самовдосконалення та самореалізації сучасного студента [2, 3]. Студенти отримують значні розумові і психологічні навантаження, що вимагає достатнього рівня здоров'я, як для успішного навчання і оволодіння професією, так і для наступної роботи за отриманим фахом. Сучасні досягнення науки і техніки все більше позбавляють людину від фізичних навантажень, в результаті чого різко зменшується рухова активність людей. Постійна фізична активність є одним з найкращих природних заходів попередження захворювань всіх систем організму і ведення здорового способу життя. Одним із цілющих джерел зміцнення здоров'я студентів є туристичні походи [1, 4, 5]. Спортивно-оздоровчий туризм та рекреаційно-оздоровча діяльність набувають чим далі більшої ваги поряд з іншими видами фізичної культури.

Туризм за визначенням Всесвітньої туристської організації це "діяльність людей, які подорожують і зупиняються у місцях поза їх звичайного оточення на

період не більше року для дозвілля, бізнесу, або з іншими цілями, які не стосуються діяльності, що підлягає винагороді в місці перебування". Таким чином спортивний туризм є одним з ефективних засобів задоволення рекреаційних потреб. За визначенням С. Є. Щеглова [6], туризм за своєю природою соціальний, так як це діяльність людей у межах розвиненого цивілізаційного людського суспільства.

В різних літературних джерелах відмічене, що у туристичному поході під час подолання різних труднощів, що зустрічаються на шляху, розвиваються високі моральні і вольові якості, спритність, дисципліна та врівноваженість. Колективні подорожі згуртовують та об'єднують студентів, прививають їм почуття товариства і взаємодопомоги. Знайомство з природою і творами мистецтва сприяють естетичному вихованню. Студенти – туристи удосконалюють свої навички у подоланні гірських перевалів і водних перешкод, одержують гарну практику в умінні орієнтуватися на незнайомій місцевості і пристосовуватися до її особливостей, користуватися картою і компасом, надавати першу медичну допомогу в польових умовах. Туризм прививає студентам навички здорового способу життя, учить раціональному харчуванню в різних умовах життєдіяльності [1, 4, 7, 8].

Заняття туризмом у системі фізичного виховання виділені в особливу групу, оскільки дозволяють у найбільшій мірі, порівняно з іншими видами, опанувати знання, вміння і навички, які потрібні в житті кожній людині. Таким чином, туризм, як засіб фізичного виховання характеризується природно-прикладною спрямованістю, включає різноманітні за формою та змістом рухові дії. Їх мета – формування у студента умінь і навичок, необхідних йому у виробничій, військовій та побутовій діяльності, з одночасним вирішенням виховних, освітніх, оздоровчих і спортивних задач. Крім того, активність занять туризмом зі спортивною спрямованістю, дозволяють формувати й удосконалювати організаторські здібності людини.

Виховні, освітні, оздоровчі і спортивні задачі в туризмі відносяться до категорії загальних задач і не залежать від віку і ступеня спеціальної підготовленості тих, що займаються. Виховна задача вирішується безпосередньо впливом на кожного учасника з боку колективу, тобто відбувається формування почуття колективізму, підпорядкування особистих інтересів суспільним; крім того, тривалість пересування в похідних умовах, поступове підвищення фізичних навантажень виховують витривалість і вольові якості людини. Одночасно з виховною задачею в поході вирішується і освітня. Мається на увазі закріплення знань по краєзнавству, природознавству, топографії, отриманих ще до походу, тобто в даному випадку теорія підкріплюється практикою. У похідних умовах також удосконалюються знання з методики формування рухових умінь і навичок. Оздоровча задача вирішується за допомогою правильно організованого графіка проходження маршруту з дотриманням оптимального режиму фізичних навантажень і активного відпочинку, використання позитивного впливу природних факторів на усі функції організму, дотримання правил особистої і суспільної гігієни. Періодичні туристичні походи студентів, які регулярно займаються оздоровчим бігом або плаванням,

дозволяють ліквідувати небажані наслідки адаптації людини до фізичних навантажень та попередити перевантаження. Адаптація обумовлена тим, що в результаті тривалого стандартного виконання одного і того ж фізичного навантаження припиняється процес появи нових пристосувальних зрушень (перебудов в організмі). У даному випадку потрібна тимчасова переорієнтація людини на декілька інших видів діяльності. Періодичні заняття туризмом студента, залученого до фізичної культури, значною мірою сприяють підтримці його організму на досить високому рівні фізичної підготовленості. Що стосується спортивних задач у туризмі, слід зазначити три моменти. По-перше, заняття туризмом сприяють створенню бази загальної фізичної підготовки, необхідної в будь-якому виді спорту. По-друге, вони передбачають спеціальну підготовку для участі в змаганнях з туристської техніки. По-третє, туристські походи регламентуються спортивною класифікацією, що, у свою чергу, вимагає відповідної спортивної підготовки їхніх учасників, тобто спортивна класифікація сприяє реалізації принципу максимальних навантажень у туризмі.

Висновки

До активної рухової діяльності потрібно залучати студентську молодь, яка є майбутнім нашої країни. Займаючись різними видами рекреації та туризмом студенти мають змогу збільшити час рухової активності, що дасть їм можливість психологічно відпочивати. Результатом такого відпочинку буде підвищення розумової і фізичної працездатності. Все це дає змогу сучасній студентській молоді опонувати нові вміння та навички, що знадобляться як у навчанні, так і у дорослому житті.

Посилання

1. Селуянов В. Н. Биологические основы оздоровительного туризма / В. Н. Селуянов. – М.: СпортАкадемияПресс, 2000. – 69 с.
2. Бородин Ю. А. Двигательная активность в системе жизнедеятельности современного человека / Ю. А. Бородин, Н. Г. Артюзов // Физическое воспитание студентов. – Харьков: ХГАДН, 2010. – С. 9-13.
3. Тихонова С. Туризм, як засіб підвищення рівня здоров'я студентів вищих навчальних закладів / С. Тихонова, Д. Харіна // Актуальні проблеми фізичного виховання студентів в умовах кредитно-модульної системи навчання: тези Всеукр.наук.-практ.конф. – Дніпропетровськ, 2010. – С. 315-316.
4. Вяткин Л. А. Туризм и спортивное ориентирование : учебное пособие / Л. А. Вяткин, З. В. Сидорчук, Д. Н. Немітов. – М.: Академия, 2004. – 208 с.
5. Грабовський Ю. А. Спортивний туризм: навч. посіб. / Ю. А. Грабовський, О. В. Скалій, Т. В. Скалій. – Т.: Богдан, 2009. – 304 с.
6. Щеглов С. Е. Динамика и тенденции развития туризма в России / С. Е. Щеглов // Социальная политика и социология. – 2004. -№ 2. – С. 175-176.
7. Дурович А. П. Активный туризм: современное состояние и перспективы развития / А. П. Дурович. – К.: Новое знание, 2003. – С. 11-15.
8. Шкура В. Вплив занять спортивним туризмом на фізичні якості студентів у процесі спортивно-педагогічного удосконалення / В. Шкура, В. Курімова, Т. Бушенко // Проблеми активізації рекреаційно-оздоровчої діяльності населення: Матер. VIII Всеукр.наук.-практ.конф. – Львів, ЛДУНК, 2012. – С. 312-316.

ЗМІСТ

CONTENTS

<i>ДО УВАГИ АВТОРІВ</i>	3
<i>TO THE AUTHORS ATTENTION</i>	4

◆ СЕКЦІЯ 1 ◆

«МЕТАЛУРГІЯ, МЕТАЛООБРОБКА, МАШИНОБУДУВАННЯ. НОВІ МАТЕРІАЛИ»

WORKSHOP 1

«METALLURGY, METALWORKING, MECHANICAL ENGINEERING. NEW MATERIALS»

<i>Аджемский С.В., Кононенко Г.А., Подольский Р.В.</i> Дослідження зміни ступеня деформації металу поверхні жароміцного сплаву INCONEL 718 за методом реєстрації макролокальних полів	6
<i>Бейер Е.Ю., Догонов І.О., Євенко О.Р., Соловійова І.А., Николаєнко Ю.М.</i> Аналіз методик та розрахунки сил штамповки при виробництві залізничних коліс	9
<i>Бзенко М.С., Дядик О.В., Николаєнко Ю.М., Соловійова І.А.</i> Ресурсозберігаюча технологія виробництва холоднодеформованих особливо тонкостінних труб з високолегованих сталей і сплавів	11
<i>Бобров М.Д., Жарун О.І., Ковальова І.Б.</i> Дослідження впливу органічних добавок на насипну щільність шихти для коксування ...	13
<i>Брусенський М.С., Брусенський С.С., Дорошенко А.С., Балакін В.Ф., Николаєнко Ю.М.</i> Точність при прокатці труб в круглому калібрі	16
<i>Буряк С.В., Руденко М.Р., Руденко Р.М., Кащев М.А.</i> Дослідження видалення вологи із шару шихти при різних умовах процесу агломерації	20
<i>Гамота В.В., Михайловський М.В.</i> Управління термообробкою сортового прокату на безперервному стані	22
<i>Гращенков М.В., Ясенова О.О., Козлов Г.О.</i> Підвищення експлуатаційної стійкості самоспівливих електродів на основі використання мономаси поліпшеної якості за рахунок застосування електрокальцінованого антрациту	26
<i>Грищенко Д.І., Бейгул О.О., Бейгул В.О.</i> Математичне моделювання формування динамічних навантажень на несучу систему зчленованого контейнеровоза з бугельною рамою	29
<i>Дехтерёв В.В., Чмельва В.С., Перчун Г.И.</i> Влияние величины зерна на свойства сероводородостойких сталей	32
<i>Дзюбіна А.В., Узлов К.І., Кімстач Т.В.</i> Закономірності структуроутворення ливарних алюмінієвих бронз	34

Довга О.В., Коляда Б.І., Часов Д.П., Молчанов В.Ф. Аналіз існуючих методів транспортування стружки та відділення її від мастильно-охолоджуючої рідини	38
Доля В.С., Швайка Н.В. Визначення більш економічних і якісних методів проведення ремонтних робіт та вибору оптимальних ремонтних періодів для підвищення надійності роботи великих феросплавних печей	42
Дупік Н.В., Соколова В.П. Дослідження насипної щільності вугільної шихти з використанням повного факторного експерименту	47
Зайцева Т.А. Рентгеноструктурное исследование процессов распада высокопрочных конструкционных сталей	52
Калиновский С.К., Зайцева Т.А. К вопросу о влиянии электромагнитных полей на формирование структуры и свойств материалов в процессе термической обработки	57
Книжжук О.А., Фісюк В.В., Николаєнко Ю.М., Соловійова І.А. Основні принципи калібровки при валково-роликовій прокатці	60
Коновалов А.С., Василенко В.М. Розрахунок та проектування механізмів пересування кранів та кранових візків	63
Кривчик Л.С., Хохлова Т.С., Пінчук В.Л., Срібрянський Г.О. Зміцнення матричних кілець горизонтального трубопрофільного пресу для виробництва нержавіючих труб шляхом нанесення нанопокриттів аморфних сплавів	65
Курдун В.И., Василенко В.Н. Расчет и проектирование механизма подъема груза мостового крана	74
Лебедев А.О., Иванов В.І., Каюков Ю.М. Щодо нагрівання сталевих заготовок у полумєневих печах камерного типу	76
Мушик А.В., Кормер М.В. Змерзання та примерзання вугілля у процесі його транспортування	80
Носенко О.В., Чубін К.І., Чубіна О.А. Організація технологічного варіанту підвищення ступеня використання вапна, що вдувається у металевий розплав для реалізації технології комплексного рафінування чавуну	82
Пантейков С.П., Семеруніна Л.П., Іванютенко В.В., Осташко О.М. Розробка конструкцій агрегатів і донних дугтьових пристроїв для підвищення стійкості днищ у комбінованих конвертерних процесах з донним перемішуванням ванни	86
Пышкин И.А., Бородин Е.Ю., Тюленев Е.А., Водин И.И. Физико-химические особенности процесса получения высокоуглеродистого феррохрома	92
Руденко О.Г., Махницький І.Г. Дослідження навантаженості елементів приводу поворотного візка крану з магнітами	96
Русакова Н.Є. Використання реляційної бази даних у розробці інформаційної системи для зберігання та аналізу даних магнітного моніторингу металоконструкцій	100

<i>Серженко І.О., Калинин В.Т.</i> Особенности поведения нанодисперсных модификаторов при затвердевании отливок из Fe-C сплавов	102
<i>Синицин Я.С., Гришин В.С.</i> Підвищення життєвого циклу деталей гідроагрегатів за рахунок впровадження комплексних технологій ...	104
<i>Яковенко Н.В., Софієнко Д.Є., Носик А.О., Горобець А.П.</i> Дослідження дегазації металу в окиснювальний період електроплавки сталі методами статистичного моделювання	108

◆ СЕКЦІЯ 2 ◆

«ЕКОНОМІКА, УПРАВЛІННЯ, МЕНЕДЖМЕНТ.
МУНІЦИПАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО»

WORKSHOP 2

«ECONOMICS, ADMINISTRATION, MANAGEMENT. MUNICIPAL ECONOMY»

<i>Багматенко Н.Ю., Гуцалова В.І.</i> Проблеми та основні напрямки удосконалення мотивації праці на металургійному підприємстві	112
<i>Бєляєв А.Л., Фаїзова О.Л.</i> Стартова оцінка бізнесу як підготовчий етап інтеграції вартісно орієнтованого управління в систему менеджменту підприємства	115
<i>Василевич В.Ю., Іванов І.І., Токарева В.І.</i> Уточнення поняття «менеджмент» для юридичної служби в закладах вищої освіти	119
<i>Редька В.Е., Хомова Т.Д., Кузнецов А.А.</i> Некоторые методологические подходы к понятию «рынок»	123
<i>Ходасенко А.С., Фаїзова С.О.</i> Стратегічні аспекти управління фінансовою безпекою підприємства	130

◆ СЕКЦІЯ 3 ◆

«ІНФОРМАТИКА, ІТ-ТЕХНОЛОГІЇ, РОБОТОТЕХНІКА.
ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»

WORKSHOP 3

«INFORMATICS, IT TECHNOLOGIES, ROBOTICS.
APPLIED MATHEMATICS»

<i>Андрушко О.О., Калугін Д.С., Тоцакова А.В., Соловійова І.А., Николаєнко Ю.М.</i> Удосконалення методики визначення допустимого напруження волочіння	135
<i>Біневич С.О., Потан О.Ю.</i> Розробка нового способу автоматичної мінімізації натягу на безперервних сортопрокатних станах	138

Гладченко В.С., Грищук О.К. Методика вибору та обґрунтування параметрів силової установки переобладнаного електричного колісного транспортного засобу	142
Гнатів О.Б., Клакович Л.М. Аналіз базових принципів математичного моделювання технологічних процесів та їх реалізація в сучасному програмному забезпеченні	145
Грищенко Е.В., Чуйков А.С. Застосування теорії графів при розробці програмного забезпечення для навігації та логістики	148
Довганюк Г.М., Негруб С.Л., Абрамов С.О. Дослідження шорсткості поверхні після 3D друку	150
Красніков К.С., Лижов М.В. Чисельний дослід з 2D математичною моделлю шлакового спінення у металургійному конверторі	157
Марцин Д.В., Болгова Н.М. Про систему керування «розумний будинок» на базі сучасного програмного забезпечення	159
Минко А.Н. Математическая модель полипараметрического проектирования трехфазного синхронного турбогенератора	160
Моруга Д.І., Бологова Н.М. Автоматизована бібліотечна інформаційна система	164
Онікієнко А.В., Шпонька І.В., Сосницький А.С., Балакін В.Ф., Соловійова І.А. Розробка електронного довідника технологічного проектування виробництва холоднодеформованих труб волочінням на оправках	166
Пономаренко І.О., Бологова Н.М. Система виявлення гравців під час футбольного матчу з використанням елементів штучного інтелекту	168
Серяк О.І., Антошкін О.А. Аналіз стану питання щодо автоматизації роботи інженера-проектувальника систем автоматичного протипожежного захисту	171

◆ СЕКЦІЯ 4 ◆

«ХАРЧОВА І ПЕРЕРОБНА ПРОМИСЛОВІСТЬ, СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ТА ІНШІ ГАЛУЗІ ЕКОНОМІКИ. ЕКОЛОГІЯ»

WORKSHOP 4

«FOOD AND PROCESSING INDUSTRY, AGRICULTURE AND OTHER SECTORS OF THE ECONOMY. ECOLOGY»

Бабаченко М., Шанюк О.В. Кліматологія струминних течій нижнього рівня (СТНУ) по ст. Київ та Одеса у 2019 р. та висоти їх розповсюдження	174
Бицкало Н.Р., Приліпко О.О., Іщенко О.В., Ляшок І.О. Способи отримання полілактиду	176
Гошовська Л.В., Абрамов С.О. Впровадження електролітно-плазмового полірування в умовах сталого розвитку	181

Касянчук Н.М., Осипенко І.О., Сенько С.В., Горин О.І., Фальфушинська Г.І. Дослідження токсичності харчових добавок на основі <i>CHLORELLA</i> і <i>SPIRULINA</i> на моделях <i>danio regio in vivo</i>	185
Коваль О.О., Олійничук С.Т. Порівняння ефективності зброджування цукровмісного суслу з використанням іммобілізованих <i>S. cerevisiae</i> в безперервному потоці за різних умов упаковки носія	189
Космін Ю.Ю., Мансарлійський В.Ф. Особливості прогнозу конвективних штормів при різких змінах профілю вітру з висотою	191
Німко Х.І., Хатіб І., Горин О.І., Ковальська Г.Б. Вплив фосфорорганічних пестицидів на стресочутливі системи смугастого Данію	195
Тімков О.М., Яценко Д.М., Босенко В.М. Концепція міського електромобіля з підзарядкою від сонячних батарей	199
Турчина І.О., Тиха Л.С., Зибайло С.М. Порівняння джерел альтернативних видів палива	201

◆ СЕКЦІЯ 5 ◆

«ПРИРОДНИЧІ, ГУМАНІТАРНІ, СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНІ НАУКИ,
В Т.Ч. ПЕДАГОГІКА І ПСИХОЛОГІЯ»

WORKSHOP 5

«NATURAL, HUMANITIES, SOCIO-POLITICAL SCIENCES, INCLUDING
PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY»

Болгова Н.М., Сапега О.А. Щодо практичного застосування методів стеганографії у зображеннях	205
Бородіна О.М., Савченко С.В. Наукометрія як інструмент управління гуманітарними дослідженнями: проблемні моменти	206
Вавренюк С.А. Оцінка якості вищої освіти на основі європейського досвіду	212
Дзвінчук А.В., Учитель І.Б. Аналіз практики розвитку навчальної автономії студентів	215
Зінченко С.М., Зінченко А.Л. Дуальна освіта як форма соціального партнерства – запорука стабільності кадрового потенціалу базових підприємствах нікопольського регіону	218
Кошкіна О.Ф. Метод smart-проектів як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів	224
Чекмарьова Н.Г., Хаджинов В.А., Чернявська О.А., Савенкова О.В. Рекреаційно-оздоровча діяльність та туризм як види активного відпочинку сучасної молоді	226

Наукове видання

**ХІІ Всеукраїнська конференція молодих вчених
«Молоді вчені 2021 – від теорії до практики»
25 березня 2021 р., м. Дніпро, Україна**

МАТЕРІАЛИ

Українською, російською та англійською мовами
Відповідальні за випуск: Ступак Ю.О., Журавель О.П.
Укладачі: Хохлова Т.С., Ступак Ю.О.

Комп'ютерна верстка Ступак Ю.О.
Технічний редактор Ступак Ю.О.

Здано на складання 30.03.21. Підписано до друку 31.03.21.
Формат 60x84/16 Папір офсетний. Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 13,72.
Наклад 200 прим. Замовлення № 180322

ТОВ «Дніпровський освітній центр»
49000, Україна, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 1/2

Видавництво «Дике Поле»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Троїцька, 31-А.
Тел.: (050) 454-07-61

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ЗЗ № 004 від 23.08.2001 р.

XII Всеукраїнська конференція молодих вчених «Молоді вчені 2021 – від МЗ4 теорії до практики» (25 березня 2021 р., м. Дніпро, Україна): Упорядники: Хохлова Т.С., Ступак Ю.О. - Дніпро-Дике Поле, 2021. – 236 с.

ISBN 978-617-7891-09-2

Збірник матеріалів XII Всеукраїнської конференції молодих вчених «Молоді вчені 2021 - від теорії до практики» (25 березня 2021 р., Дніпро, Україна) містить 64 публікації (доповіді, статті, тези), що надійшли до оргкомітету та прийняті до опублікування.

Proceeding of XII All-Ukrainian Conference of Young Scientists «Young Scientists 2021 - from theory to practice» (March 25 2021, Dnipro, Ukraine) contains 64 reports (articles, theses) submitted to the Organizing Committee and accepted for publication.

УДК 001.83(477)(06)