

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Комунальний заклад Львівської обласної ради
“ДРОГОБИЦЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ НАФТИ І ГАЗУ”

**НАФТА І ГАЗ.
НАУКА – ОСВІТА – ВИРОБНИЦТВО:
ШЛЯХИ ІНТЕГРАЦІЇ ТА ІННОВАЦІЙНОГО
РОЗВИТКУ**

Матеріали
X Всеукраїнської науково-практичної
конференції

Україна, Дрогобич
08-09 травня 2025 р.

ББК 33.36+35.514

Н.34

НАФТА І ГАЗ. НАУКА-ОСВІТА-ВИРОБНИЦТВО: ШЛЯХИ ІНТЕГРАЦІЇ ТА ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ: матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Дрогобич, 8-9 травня 2025 р.). –Дрогобич: ТзОВ «ТрекЛТД», 2025. –238 с.

Збірник містить матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції **«НАФТА І ГАЗ. НАУКА-ОСВІТА-ВИРОБНИЦТВО: ШЛЯХИ ІНТЕГРАЦІЇ ТА ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ»** (м. Дрогобич, 8-9 травня 2025 року) за наступними секціями: Нафтогазова інженерія та технології; Науки про Землю; Галузеве машинобудування; Управління, інновації та економіка; Теорія і методика професійної освіти.

Редакційна колегія: голова правління ГО «СПІЛКА БУРОВИКІВ УКРАЇНИ» Калинович В.М., д.т.н. проф. Грудз Я.В., д.т.н., проф. Вольченко Д.О., д.пед.н., проф. Невмержицька О.В., к.пед.н. Малик Л.Б., к.т.н., проф. Лях М.М., к.т.н., доц. Малик В.Я., к.т.н., доц. Болонний В.Т., к.т.н. Федик В.В., к.е.н., доц. Хомош Ю.С., к.е.н., доц. Процишин О.Р., к.е.н. Андибур А.П., к.с.-г.н., доц. Зінкевич В.І., к.е.н., доцент Мінчак Н.Д., к.ф.-м.н., Шаповаловська Л.О., к.філол.н., доц. Маркова М.В., к.філол.н. Мацькович М.Р., Баран В.В., Даниляк Т.В., Шемеляк О.Р., Підцерковна О.І., Рубаха Л.Б., Шимко М.Ю., Федик О.М., Яців Т.В., Савчин Я.М.

Відповідальні за випуск: Шемеляк О.Р., Куценко І.В.

Відповідальність за зміст і достовірність публікацій несуть автори наукових доповідей і повідомлень. Точки зору авторів публікацій можуть не співпадати з точкою зору редколегії збірника.

Тези подаються в авторській редакції

ISBN: 978-617-7990-97-9

© КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

ЗМІСТ

Секція 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Калинович В., Вдовиченко А., Хомош Ю. 15 РОКІВ ПЛІДНОЇ СПІВПРАЦІ СПІЛКИ БУРОВИКІВ УКРАЇНИ ІЗ ДРОГОБИЦЬКИМ КОЛЕДЖЕМ НАФТИ І ГАЗУ	8
Ставичний Є., Фем'як Я., Федик О., Калинович С. ВІДНОВЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН ШЛЯХОМ ЗАБУРЮВАННЯ БОКОВОГО СТОВБУРА	14
Femiak Ya., Fedyk O., Kalynovych V. INFLUENCE GEOLOGICAL AND TECHNICAL FACTORS ON THE DEFORMATION OF CASING AND CEMENTED ANNULAR STONE	21
Бішко О., Стасик С. ПІДВИЩЕННЯ ФОНТАННОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ СПОРУДЖЕННІ, ОСВОЄННІ ТА РЕМОНТІ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН.....	30
Баргій С., Черхавський Б., Болонний В. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИТОКІВ НАФТИ З МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ АВАРІЙ.....	37
Мойшевич Л., Зубко Н. ВИКОРИСТАННЯ СНАББІНГОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЕФЕКТИВНА АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНОМУ РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН.....	43
Ставичний Є., Фем'як Я., Витязь О., Федик О., Фем'як В. ДОСВІД УСПІШНОГО БУРІННЯ ТА ЗАКІНЧУВАННЯ СВЕРДЛОВИН НА ПРИКЛАДІ ВЕРХНЬОМАСЛОВЕЦЬКОГО РОДОВИЩА ПАТ «УКРНАФТА».....	47
Ткаченко М. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СПІНЮЮЧИХ РІДКИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ВІНОСУ РІДИНИ З ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН.....	60
Фем'як Я., Федик О., Фем'як В., Калинович С. ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ СТОВБУРА СВЕРДЛОВИНИ НА ПРИКЛАДІ БУРІННЯ СКЕРОВАНИХ СВЕРДЛОВИН.....	63
Лобанов В., Бреньо В., Малик Т., Малик Л. ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЄЮ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ.....	71
Даниляк Т., Євlampієва С., Крупа М., Хомин В. СЛАНЦЕВИЙ ГАЗ: ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАЙБУТНЄ ЧИ ЕКОЛОГІЧНА ЗАГРОЗА.....	77

Секція 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

Хевпа З., Дяків В. АНАЛІЗ РОЗВИТКУ КАРСТОВИХ ПРОЦЕСІВ В МЕЖАХ СТЕБНИЦЬКОГО КАЛІЙНОГО РОДОВИЩА.....	84
Дригулич С. УПРАВЛІННЯ НАСОСНО-КОМПРЕСОРНИМИ ТРУБАМИ ЗАБРУДНЕНИМИ ПРИРОДНИМИ РАДІОНУКЛІДАМИ.....	88

Дутко С., Грабовенська М. КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТІВ: ПРОБЛЕМА, ЯКА ОХОПЛЮЄ ВСЕ БІЛЬШЕ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ.....	91
Кокоєйко О., Лехкар О., Білінська Л. НЕБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОГЕННІ ОБ'ЄКТИ У ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ.....	94
Паращак Л., Коблик М. НОВА ТЕОРІЯ ПРО НЕВИЧЕРПНІСТЬ І ЕКОЛОГІЧНІСТЬ ГЛИБИННИХ НАФТОГАЗОВИХ РЕСУРСІВ.....	99
Пукіш А., Дригулич П. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ, ЯКІ ПОТРЕБУЮТЬ ВИРІШЕННЯ.....	103
Рубаха Л., Короленко Л. ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ НА ОЛЕСЬКІЙ ПЛОЩІ	107
Набитович Г., Малик Л., Малик Т. УРБОЕКОЛОГІЯ ДРОГОБИЦЬКОГО РЕГІОНУ – РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СЬОГОДЕННЯ.....	110

Секція 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Вольченко Д., Скрипник В., Журавльов Д., Чуфус В., Малик В. АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ В ОБОДІ ГАЛЬМОВОГО БАРАБАНА.....	116
Вудвуд О., Васишин Я., Возний А., Васишин В., Семеній О. ПИТАННЯ ОЦІНКИ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСУ СИСТЕМИ НЕПРЯМОГО ОХОЛОДЖЕННЯ З НАНОТЕПЛОНОСІЯМИ ПАР ТЕРТЯ ДИСКОВО-КОЛОДКОВОГО ГАЛЬМА РІЗНИХ КАТЕГОРІЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	122
Гнатів М., Добош Д. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА БУРОВОГО ОБЛАДНАННЯ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ВИКЛИКИ.....	128
Лях М., Мацьків І., Дейнега Р., Фафлей І., Михайлюк В., Процюк Г. ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЧИН ВИХОДУ З ЛАДУ ГИРЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ШТАНГОВИХ СВЕРДЛОВИННИХ НАСОСНИХ УСТАНОВОК.....	131
Ranevnyk D. CHARACTERIZATION OF THE PERFORMANCE PARAMETERS OF A DOWNHOLE JET PUMP UNDER SWIRL-INDUCED INTERACTION OF FLOWS.....	135
Мелейчук С., Ванєєв С., Баран В., Галелюк А. ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК – ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ТЕРМОТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	139
Малашенко В., Сологуб Б., Лисяк Б., Федик В. ЗБІЛЬШЕННЯ ФУНКЦІЙ КУЛЬКОВИХ ОБГІННИХ МУФТ.....	142
Проценко В., Борис А., Думало О. МОЖЛИВІСТЬ ОТРИМАННЯ САМОГАЛЬМІВНОГО НАРІЗЕВОГО З'ЄДНАННЯ.....	145
Романишин Л., Дмитрюк О., Гулимчук Л. МОЖЛИВІСТЬ ОТРИМАННЯ САМОГАЛЬМІВНОГО НАРІЗЕВОГО З'ЄДНАННЯ.....	151

Секція 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

Скотний П., Зінкевич В., Городиська О. ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ: РЕАЛЬНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....	155
Бадула М., Shumska L. НАВЧАННЯ ТЕХНОЛОГІЯМ 3D-ДРУКУ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН: АКТУАЛЬНІСТЬ, ДОСВІД, ПЕРСПЕКТИВИ.....	157
Шемеляк О., Андибур Б., Коваль Д. ЦИФРОВА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ВІЙНИ: КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ, ІНФОРМАЦІЙНА ГІГІЄНА ТА КІБЕРЗАХИСТ.....	160
Євлямпієва С., Геврик Х. ПІДБІР ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ПОШУКУ ПЕРСОНАЛУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ.....	163
Книжатко Г., Болонна М., Болонний В., Зубко С. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕМОНТНОПРИДАТНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НАФТОПРОВІДІВ З ДЕФЕКТАМИ: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРАКТИЧНІ РІШЕННЯ.....	166
Котович Р., Олексин Т., Дорожівська Л. КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЯ В АВТОМАТИЗАЦІЇ НАФТОГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	171
Процишин О., Гуран Л., Лазорак В. ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ У ВОЄННИЙ ПЕРІОД	176
Мінчак Н., Купич А. ТРУДОВИЙ ПРОЦЕС ЯК СКЛАДОВА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ.....	181
Бойченко С., Лістовщик Л., Поліщук В., Зайченко С., Шкільнюк І., Яковлєва А. РОЛЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ ЗА МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЮ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ "ЕНЕРГООЩАДНЕ ОБЛАДНАННЯ БІОПАЛИВНИХ ТА ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ".....	184

Секція 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Бадула І., Shumska L. МІКРОКВАЛІФІКАЦІЇ ЯК СУЧАСНИЙ ТРЕНД СВІТОВОЇ ОСВІТИ: ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ У ФАХОВИХ КОЛЕДЖАХ УКРАЇНИ.....	189
Шимко М. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ.....	192
Бугір В., Бабич М. АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНО ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИЧНОЇ ТА КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ....	195
Ільчишин Л., Кос П., Болонний В. ОСОБЛИВОСТІ СПІЛКУВАННЯ ІЗ ПРАЦІВНИКАМИ З ІНВАЛІДНІСТЮ ПРИ ЗДОБУТТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ І ПРАЦЕВЛАШТУВАННІ.....	199
Піць Л., Гальович Г., Гораль М. МОТИВАЦІЯ ЯК ПРОВІДНИЙ ФАКТОР ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	202

Михайлишин І. СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ ПЕДАГОГА.....	206
Піць Б., Романський В., Суда А. СПОРТИВНІ ТРЕНУВАННЯ ЯК ФАКТОР ЗМІЦНЕННЯ ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХНЬОЇ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ У НАФТОГАЗОВІЙ ГАЛУЗІ.....	212
Кузьмин І., Баранчук Н.Т., Цапів О.С. ОСНОВНІ НЕДОЛІКИ ВИКЛАДАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН ТА МАТЕМАТИКИ. МЕТОДИ ЇХ УСУНЕННЯ.....	218
Федишин Т. ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ПРИ ВИВЧЕННІ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ.....	220
Піць В., Янів-Лазар М., Федина М. ПРОФЕСІЙНИЙ ТА КОМУНІКАТИВНИЙ АСПЕКТИ КОМПЕТЕНТІСНОГО ПІДХОДУ ЯК ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІНШОМОВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ.....	222
Слімаковська І., Мачача Д. ФОРМУВАННЯ ЧИТАЦЬКОЇ КУЛЬТУРИ ЯК СТРАТЕГІЧНОГО КОМПОНЕНТУ НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У ЗДОБУВАЧІВ ЗАКЛАДІВ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ	226
Дідух Г., Пасічник В. ЦЕРКВА СВЯТОГО ЮРА ЯК ДУХОВНИЙ І КУЛЬТУРНИЙ СИМВОЛ ДРОГОБИЧА.....	229
Підцерковна О., Богдан І. УРОКИ МИНУЛОГО І ДЗЕРКАЛО СУЧАСНОСТІ.....	232

СЕКЦІЯ 1

НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Володимир КАЛИНОВИЧ,

голова правління Співки буровиків України.

голова наглядової ради КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,

директор НВП «КаратБурсервіс»

м.Полтава, м. Дрогобич, Україна

Анатолій ВДОВИЧЕНКО,

президент Співки буровиків України,

м. Київ, Україна

Юрій ХОМОШ,

директор КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,

м. Дрогобич, Україна

15 РОКІВ ПЛІДНОЇ СПІВПРАЦІ СПІЛКИ БУРОВИКІВ УКРАЇНИ ІЗ ДРОГОБИЦЬКИМ КОЛЕДЖЕМ НАФТИ І ГАЗУ

Одним із головних напрямів діяльності Співки буровиків України є всебічний розвиток і підвищення освітньо-кваліфікаційного та наукового рівня фахівців, діяльність яких пов'язана із глибинним вивченням, освоєнням, раціональним використанням потенціалу земних надр та охороною навколишнього середовища.

Дрогобицький нафтовий технікум, один із перших долучився до активної співпраці із Співкою буровиків України.

У квітні 2009 року на базі учбового полігону Київського геолого розвідувального технікуму (м. Корнин Київської обл.) відбулась нарада на тему: «Стан та перспективи вдосконалення системи підготовки фахівців бурової справи», в якій взяли участь завідувачі кафедр буріння Івано-Франківського, Донецького і Дніпропетровського університетів, директори Київського геологорозвідувального, Полтавського нафтового геологорозвідувального та Дрогобицького нафтового технікумів. Академічну науку представляв Інститут надтвердих матеріалів НАН України; державну владу – Державна геологічна служба України; виробництво – КП «Кіровгеологія», ДРГП «Північгеологія» (Житомирська геологорозвідувальна експедиція та Київська бурова партія); ТОВ «Східспесервіс», ТОВ «Корона». Від Дрогобицького технікуму у нараді активну участь взяв завідувач навчальним виробництвом М.Є. Петлевич. Народою були обговорені проблеми та чітко визначені науково обґрунтовані шляхи удосконалення системи підготовки фахівців бурової справи на усіх рівнях їх підготовки і підвищення кваліфікації, які в сучасних умовах залишаються актуальними [1].

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Перше відвідування технікуму делегацією Спілки відбулось в березні 2010 р. Під час зустріч з керівництвом та викладачами були обговорені питання співпраці в удосконаленні системи підготовки фахівців нафтогазової справи [2].

В рамках І-ї Західноукраїнської конференції, яка відбулась у м. Трускавці в березні 2011 р., за ініціативи Спілки буровиків України було проведено спільне засідання представників Інституту надтвердих матеріалів НАН України, НАК «Надра України» і Дрогобицького нафтового технікуму. Були обговорені питання подальшої співпраці та залучення студентів і викладачів до заходів, які здійснюються Спілкою [3]. Представники технікуму взяли участь у Першому міжнародному буровому форумі, який відбувся 1 листопада 2011 р. в рамках 15-ї Міжнародної виставки «НАФТА та ГАЗ 2011» у м. Києві [4].

Відзначена висока активність представників Дрогобицького нафтового технікуму в роботі Міжнародної конференції «Сучасні технології розвідки та освоєння родовищ» (2012, м. Трускавець), в якій взяли участь представники 26 підприємств, наукових установ і навчальних закладів України, Польщі і Росії. Учасники конференції відвідали технікум та подарували зразки для геологічного музею [5].

У 2012 році коледж перейменовано у Державний вищий навчальний заклад «Дрогобицький коледж нафти і газу», діяльність якого широко висвітлена на сторінках науково - виробничого журналу «БУРІННЯ» [6].

Найактивнішу участь взяли студенти і викладачі коледжу в організації проведення Міжнародної конференції «Сучасні технології та екологічні аспекти розвідки та розробки родовищ корисних копалин (2013, м. Трускавець). Другий день цієї конференції проходив у Дрогобицькому нафтовому коледжі. Обговорювались питання підвищення стандартів та освоєння новітніх технологій при підготовці кадрів. Із пропозицією залучення студентів до науково-дослідної діяльності виступив технічний директор ТОВ «Горизонти» І.В. Гук, який запропонував виконати дослідження впливу деяких реагентів на якість бурового розчину [7].

Одне із засідань Міжнародної конференції "Сучасні технології відновлення бездіючого фонду нафтогазових свердловин та покладів" (2014, м. Трускавець) відбулось в Дрогобицькому коледжі нафти і газу. Були відзначені позитивні результати перших п'яти років плідної співпраці Спілки буровиків і коледжу [8,9].

Важливою була подія присвячена 70-річчю Дрогобицького коледжу, в якій активну участь взяла Спілка буровиків. Одне із засідань 5-ї Міжнародної конференції «Сучасні технології відновлення бездіючого фонду нафтогазових свердловин та покладів» відбулось у стінах коледжу (07.05.2015). За участі

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

представників відомих компаній світового рівня обговорювались питання ефективних шляхів підвищення якості підготовки фахівців за активної участі представників науки, виробництва та фахової громадськості.

Спілка буровиків стала однією із найактивнішою в роботі Всеукраїнської науково-технічної конференції «Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку». В наукових збірниках конференції опубліковано 12 наукових праць з важливих питань національного нафтогазовидобутку, відновлення вуглеводневих покладів, законотворчих прогалин і термінології при формуванні та реалізації державної політики у нафтогазовій галузі, екологічним аспектам при спорудженні свердловин. Особливе значення в публікаціях надається питанням науково-дослідницької діяльності в коледжах та новим підходам в оцінці наукового рівня фахівців [10,11,12, 13].

У співавторстві із директором коледжу (2015–2022) доцентом М.М. Баб'яком у збірнику опублікована робота про дослідницькі центри у коледжах, в якій акцентується увага на тому, що створення спеціалізованих лабораторій у коледжах в сучасних умовах набуває особливого значення, так як суттєво підвищує науковий рівень і рейтинг закладу, сприяє підвищенню кваліфікації викладачів і формування надійного резерву науково-педагогічних кадрів, а також підготовці висококваліфікованих фахівців, здатних самостійно вирішувати складні практичні завдання на рівні сучасних вимог і нагальних потреб. В подальшому із набуттям досвіду та створення достатньо потужного банку даних, лабораторії коледжів можуть перетворитись у спеціалізовані наукові центри із конкретної тематики не тільки регіонального, а навіть світового рівня. [14].

Викладачі коледжу були залучені до участі у Міжнародній конференції «Породоруйнівний і металообробний інструмент – техніка і технологія його виготовлення і використання», яка була започаткована Інститутом надтвердих матеріалів НАН України та проводилась щорічно з 1998 по 2013 р. в Криму, а з 2014 – у м. Трускавець. На цій конференції у 2004 році було ініційовано створення Спілки буровиків України. В рамках конференції проводились експертно-аналітичні круглі столи в Дрогобицькому долотному заводі, Бориславському НГВУ та Дрогобицькому коледжі нафти і газу.

Міжнародна конференція «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування», яка щорічно проводилась з 2014 по 2019 р. у м. Трускавці, а з 2021 у м. Львові відіграла важливу роль у налагодженні співпраці з фахівцями геологічної галузі. Спілка буровиків презентувала на конференції 6 наукових праць з питань інтенсифікації і оптимізації нафтогазовидобутку з урахуванням відновлювальних процесів, формування наукового світогляду на основі

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

сучасних геологічних знань, удосконалення Кодексу України про надра та екологічних аспектів утилізації відходів бурового шламу [15].

На 5 з'їзді Спілки буровиків України, що відбувся 23 жовтня 2023 р, найбільша делегація була від Дрогобицького коледжу нафти і газу на чолі із директором Хомошем Ю.С., якого було обрано членом правління Спілки.

Вагомий внесок у налагодженні співпраці внесли: завідувач навчальними майстернями Михайло Петлевич, директори коледжу Павло Янів, Мирон Баб'як, Юрій Хомош, заступники директора Петро Павлюк, Марія Шимко, Василь Болонний, завідувач відділення Андрій Андибур, вкладачі Михайло Савчин, Ярослав Савчин, Остап Федик, Володимир Савчин.

Підсумовуючи вищевикладене, можна зазначити, що в результаті тривалої послідовної і активної наведеної тісної співпраці, досягнуто вагомих результатів в підвищенні наукового і фахового рівня навчання, зміцненні матеріальної бази, налагодженні зв'язків із виробничими підприємствами, науковими установами та навчальними закладами а також суттєвого підвищення рейтингу коледжу. Разом із тим необхідно звернути більшу увагу дослідницькій діяльності із широким залученням до неї студентів.



Фото 1. Спільне засідання членів правління Спілки буровиків України та викладачів Дрогобицького нафтового технікуму. (23.03.2011)



Фото 2. Делегація Співки буровиків на 70-річному ювілеї коледжу (08.05.2015)



Фото 3. Учасники Міжнародної конференції біля коледжу (07.06.2016)



Фото 4. Делегація коледжу на засіданні Співки буровиків в рамках спеціалізованої виставки «Нафтогазекспо 2024» м. Київ(16.10.2024)

Список використаних джерел:

1. Давиденко О.М., Каракозов А.А. Стан та перспективи вдосконалення системи підготовки фахівців бурової справи // БУРІННЯ. –2009. -№2. -С. 39–44.
2. Данилко В.П. По підприємствам Львівщини //БУРІННЯ. –2010.- № 5. –С. 14–18.
3. Бондаренко В.П., Малов М.В. Роль бурових робіт у соціально-економічному розвитку регіонів України // БУРІННЯ. – 2011. - №7. – С. 14 – 19.
4. Калинович В.М., Вдовиченко А.І. Перший Міжнародний форум буровиків // БУРІННЯ. – 2011. - №8. – С. 2 – 7.
5. Вдовиченко А.І., Панченко С.А. Сучасні технології розвідки та освоєння родовищ // БУРІННЯ. – 2012. - №9. – С. 17 – 24.
6. Янів П.П. Дрогобицький коледж нафти і газу //БУРІННЯ.–2012.-№9.–С. 109–111.
7. Калинович В.М. Сучасні технології та екологічні аспекти розвідки та розробки родовищ корисних копалин // БУРІННЯ. – 2013. - № 10. – С. 7 - 11.
8. У нас в гостях Співка буровиків України. ДВНЗ «Дрогобицький коледж нафти і газу», 26.03.2014. Електронний ресурс:
http://www.dkng.net.ua/images/statti/novyny/konferenciya_26.03.14/003.JPG
9. Україна може забезпечити себе газом власного видобутку, – експерт. 07.04. 2014, Укрінформ. Електронний ресурс: zik.ua/ua/rubric/lviv/.

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

10. Вдовиченко А.І. Проблеми національного газовидобутку в Україні // Нафта і газ. Наука – Освіта - Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Дрогобич, 8-9 травня 2015 р.) - м. Дрогобич: ТзОВ «Трек – ЛТД». – С. 56 - 62.

11. Вдовиченко А.І., Єрмаков П.П., Єрмаков М.П. Нові підходи в оцінці наукового рівня фахівців // Нафта і газ. Наука – Освіта - Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Дрогобич, 8-9 травня 2015 р.) - м. Дрогобич: ТзОВ «Трек – ЛТД». – С. 187 – 190.

12. Вдовиченко А.І. Дослідницька діяльність у коледжах. // Нафта і газ. Наука – Освіта - Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Дрогобич, 8-9 травня 2015 р.) - м. Дрогобич: ТзОВ «Трек – ЛТД». – С. 208 – 211.

13. Калинович В.М., Вдовиченко А.І. Наукове обґрунтування утилізації бурового шламу // Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: матеріали ІХ Всеукраїнського науково-практичної конференції (м. Дрогобич, 8-9 травня 2024 р.). – Дрогобич: ТзОВ «Трек – ЛТД». – 2024. – С. 8-10.

14. Баб'як М.М., Вдовиченко А.І. Дослідницькі центри в геологорозвідувальних і нафтогазових коледжах // Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: матеріали Всеукраїнського науково-технічної конференції (м. Дрогобич, березня 2017р.). – Дрогобич: ТзОВ «Трек – ЛТД». – 2017. – С. 138 – 143.

15. Вдовиченко А.І., Калинович В.М., Чернієнко Н.М. Екологічні та економічні аспекти утилізації бурового шламу // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали Дев'ятої міжнародної науково-практичної конференції (7 - 11 жовтня 2023 р., м. Львів). Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ). К.: ДКЗ, 2024. С. 486 – 489.

Євген СТАВИЧНИЙ,

*к. т. н., начальник служби закінчення та випробування свердловин
департаменту буріння ПАТ «Укрнафта»*

Ярослав ФЕМ'ЯК,

*д. т. н., професор, професор кафедри буріння свердловин
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,*

Остап ФЕДИК,

*керівник навчально-консультаційного пункту Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу,*

Сергій Калинович,

директор сервісної компанії ТОВ НВП «КАРАТ-ЕКОТЕХ»

ВІДНОВЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН ШЛЯХОМ ЗАБУРЮВАННЯ БОКОВОГО СТОВБУРА

Ефективність відновлення свердловин обумовлена меншими матеріальними і часовими витратами порівняно з бурінням нової свердловини.

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Проведення робіт із відновлення свердловин також допомагає уникнути проблем щодо землевідведення, пов'язаних зі зміною структури форми власності, оптимізувати розробку родовищ тощо.

У разі відсутності техніко-технологічних методів та засобів щодо можливості проведення капітального ремонту свердловин (обхід зони забруднених колекторів чи механічних перешкод у колоні) здійснюють буріння бокових стовбурів, економлячи таким чином матеріальні та фінансові ресурси [1, 2]. Зарізування і буріння другого стовбура включає роботи, пов'язані з руйнуванням обсадної колони та виходом руйнівного інструмента за межі існуючого стовбура. Подальші роботи здійснюють за технологією буріння похило-скерованих свердловин. Виділяють дві технологічні схеми зарізування та буріння другого стовбура в закріпленій обсадною колоною свердловині: вирізання «вікна» в експлуатаційній колоні з подальшим зарізуванням другого стовбура зі стаціонарного чи знімного клина-відхилювача; вирізування ділянки експлуатаційної колони і забурювання другого стовбура роторним способом або вибійним двигуном. Відновлення свердловин необхідно проводити тільки після проведення аналізу щодо економічної доцільності цих робіт порівняно з бурінням нової свердловини.

Спираючись на досвід проведення бурових робіт, фахівцями компанії «Укрнафта» розроблено та впроваджено технологію ЗБС та подальшого поглиблення, виходячи з наявних ресурсів та парку бурових верстатів. В останні роки відновлено шляхом буріння бокового стовбура (БС) до десяти свердловин, зокрема, по дві – на Долинському та Північно-Долинському, три – на Битків-Бабчинському, одна на Орів-Уличнянському родовищах тощо. Розроблено техніко-технологічні рішення для відновлення 11 свердловин Орів-Уличнянського родовища. За планової кількості свердловин до відновлення передбачено термін проведення робіт близько трьох років, за умови залучення двох бурових верстатів [3].

Отже, які основні виклики стоять перед фахівцями під час проектування та безпосереднього проведення робіт із ЗБС? Спробуємо систематизувати та надати короткі, але вичерпні відповіді.

Перший етап – це пошук свердловин-кандидатів на відновлення.

Оскільки основним завданням, що ставиться перед свердловиною-кандидатом на ЗБС, є видалення залишкових запасів вуглеводнів, то і вибір кандидатів проходить виходячи, в першу чергу, з даної умови.

Вибір свердловин для буріння БС здійснюють на основі геолого-гідродинамічної моделі розробки родовищ та техніко-економічного обґрунтування виконання робіт, виходячи з очікуваного дебіту з урахуванням технічної можливості проведення робіт із забурювання та безаварійної проводки БС.

На технічну можливість проведення зазначених робіт найбільший вплив має діаметр спущеної експлуатаційної колони. Оптимальний варіант, з погляду робіт по ЗБС, кріпленні, подальшої експлуатації та проведення ремонтів свердловини – наявна спущена обсадна колона діаметрами 177,8 мм, 168,3 мм та 146,0 мм. Щодо свердловин, закріплених 146 мм обсадною колоною,

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

виходячи із наявних техніко-технологічних можливостей доцільно розглядати відновлення свердловин при незначних (в межах 100 м) проектних відходах вибою від точки забурювання в прорахованому азимуті, використовуючи некеровані КНБК. У свердловині, де спущено експлуатаційну колону діаметром 139,7 мм, навіть при хорошому технічному стані колони є деякі технічні труднощі, особливо при товщинах стінок труб більше 7 мм. Проведення робіт у такій свердловині зумовлює використання бурового інструменту малих діаметрів, зокрема доліт для поглиблення діаметром 98,4 мм. Такий діаметр номінального стовбура значно ускладнює вимоги щодо успішної реалізації проектного профілю БС, якісного кріплення та подальшої експлуатації.

Другий етап – вибір та побудова оптимального типу профілю бокового стовбура.

Проектний профіль бокового стовбура вибирають виходячи з наступних критеріїв:

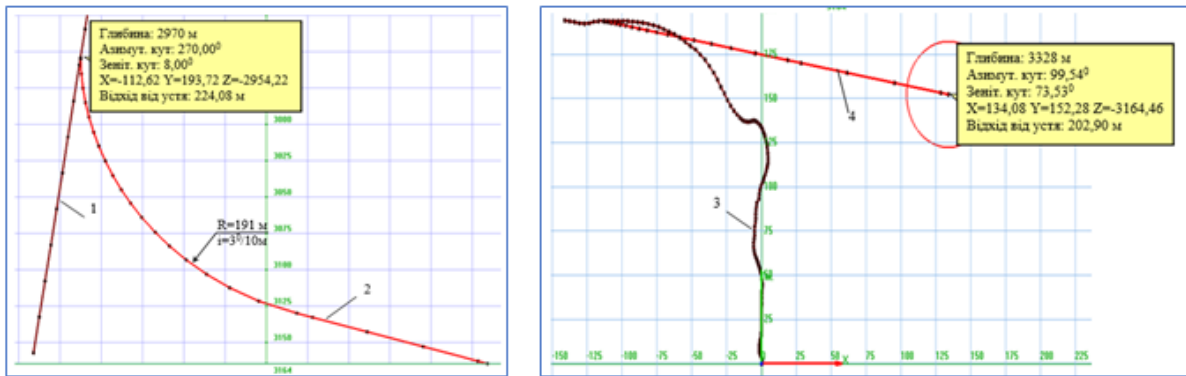
- розкриття продуктивного горизонту відповідно до планових показників – необхідні кути входження в пласт (значення зенітного та азимутального кутів) при заданій глибині по вертикалі та відході від устя при умові забезпеченні мінімальної довжини БС;
- можливості безаварійної проводки свердловини та уникнення перетину зі стовбурами сусідніх свердловин (anti-collision);
- вільного проходження КНБК, проведення навігаційних вимірювань у процесі буріння за допомогою телесистеми, геофізичних досліджень;
- можливості закінчування БС за різними схемами;
- можливості спуску внутрі-свердловинного експлуатаційного обладнання для видобування продукції.

Згідно з [4] зарізування та буріння бокового стовбура здійснюють за профілями звичайного типу (в одній площині), що представляють собою криву лінію з одним або декількома прямолінійними та викривленими (з певним радіусом кривизни) ділянками, або просторового типу, що представляються просторовою кривою лінією. Найбільш поширеними типами профілів бокових стовбурів є профілі плоского типу.

Основною відмінністю в проектуванні профілів бокових стовбурів порівняно з проектуванням профілів похило-скерованих чи горизонтальних свердловин є те, що необхідно враховувати параметри кривизни фактичного стовбура. Вибрана точка зарізування бокового стовбура буде характеризуватись певними значеннями зенітного та азимутального кутів, зазвичай відмінних від нуля. Відповідно, напрям буріння (азимут буріння) необхідно вираховувати виходячи з фактичного відходу з певному азимуті точки зарізування від устя свердловини.

На рис. 1 наведено фактичні і проектні вертикальні та горизонтальні проекції профілів стовбурів на прикладі свердловини 53 Орів-Уличнянського родовища [5].

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ



- 1 – вертикальна проекція фактичного профілю стовбура свердловини
 2 – вертикальна проекція проектного профілю стовбура свердловини
 3 – горизонтальна проекція фактичного профілю стовбура свердловини
 4 – горизонтальна проекція проектного профілю стовбура свердловини

Рисунок 1 - Фактичні і проектні вертикальні та горизонтальні проекції профілів стовбурів свердловини 53 Орів-Уличнянського родовища

Третій етап – вибір технологічної схеми забурювання БС.

На даний час відомі три технологічні схеми забурювання БС:

- вирізання ділянки обсадної колони та забурювання з цементного моста (рис. 2);
- вирізання «вікна» в обсадній колоні та забурювання з клина-відхилювача (рис. 3);
- забурювання з-під башмака обсадної колони.

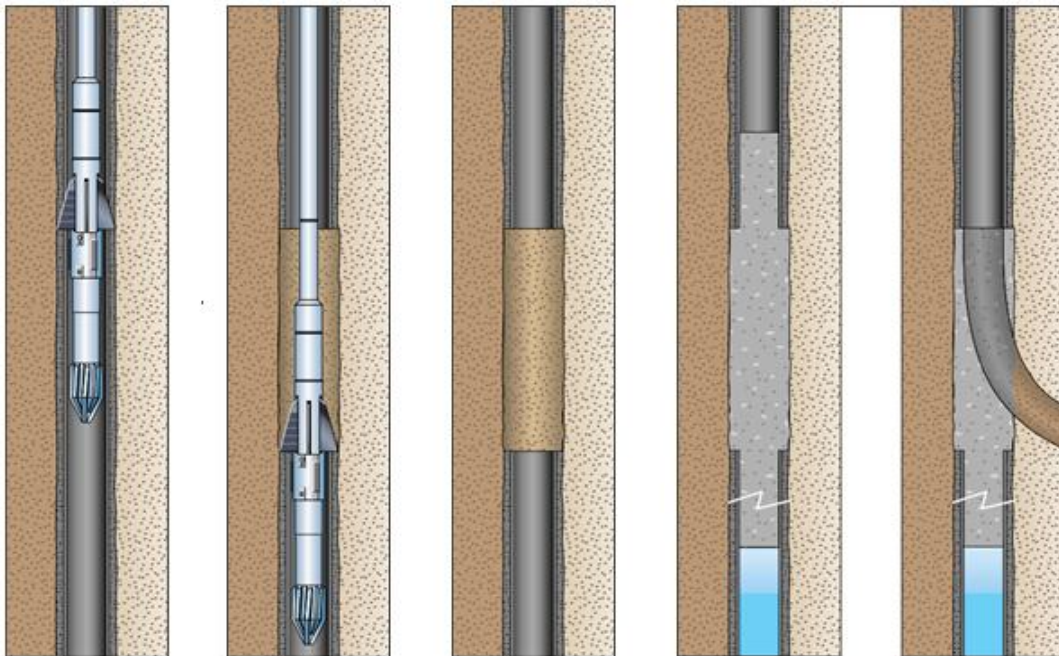


Рисунок 2 - Схема забурювання БС із вирізаної ділянки обсадної колони із цементного моста

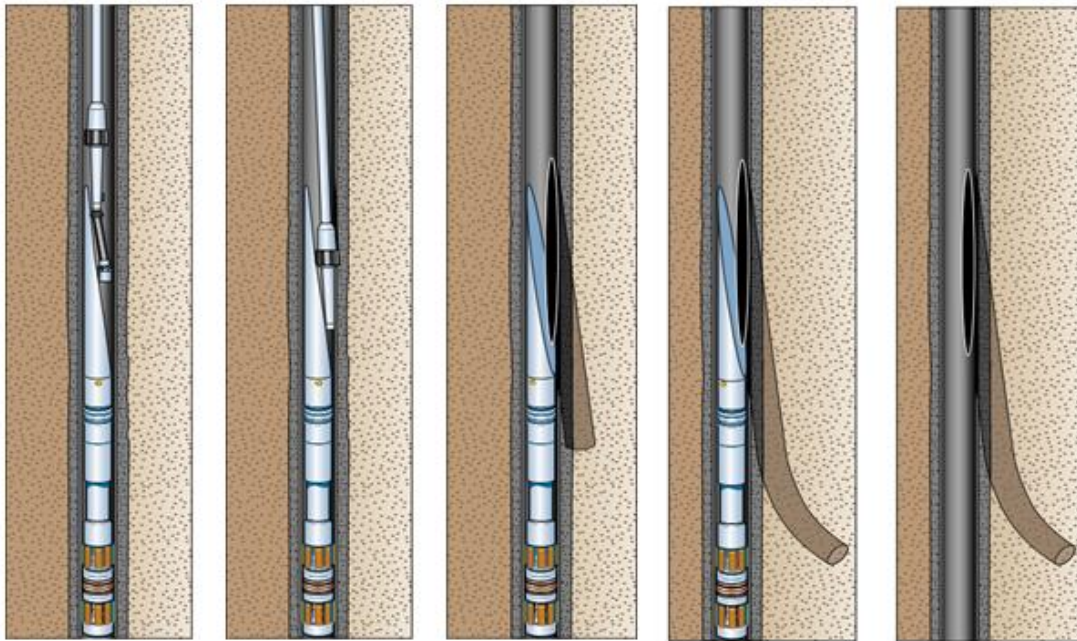


Рисунок 3 - Схема вирізання «вікна» в обсадній колоні та забурювання БС із клина-відхилювача

Вибір конкретної схеми забурювання проводять на основі аналізу геологічної інформації, стану обсадної колони та цементного каменю за нею, а також із врахуванням наявності необхідного обладнання та матеріалів для реалізації того чи іншого варіанта.

На даний час найбільш розповсюдженим варіантом схеми ЗБС є варіант із вирізанням «вікна» в обсадній колоні. Проте, фахівцями компанії «Укрнафта» реалізовано проекти ЗБС згідно з усіма трьома з перелічених варіантів.

Четвертий етап – вибір компоновок для забурювання з вирізаної ділянки обсадної колони, вирізання «вікна», буріння БС.

Технологічні рішення щодо проведення зарізування БС із вирізаної ділянки, впроваджені в компанії «Укрнафта», базувались, в першу чергу, на використанні наявного обладнання та матеріальних ресурсів і полягали в наступному.

Після вирізання необхідної ділянки обсадної колони, пророблення і шаблонування відкритого стовбура вирізним пристроєм з прорізними різцями та промивання свердловини до повного видалення металевих ошурок, визначення фактичних геометричних розмірів ділянки відкритого стовбура з допомогою ГДС проводили встановлення цементного моста. Міст встановлювали з розрахунку, щоб його верхній рівень розташувався на $20 \div 25$ м вище, а нижній рівень – на $30 \div 35$ м нижче вирізаної ділянки обсадної колони.

Після 72 год ОТЦ у свердловину спускали шарошкове долото (наприклад, 120,6 СТ-ЦВ) або фрезер, призначений для розбурювання цементного каменю. Розбурювали цементний міст до глибини розташування верхньої частини вирізаної ділянки обсадної колони та перевіряли його міцність шляхом розвантаження частини ваги бурильного інструменту.

Практикою робіт встановлено, що цементний міст може застосовуватись

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

для забурювання бокового стовбура в тому випадку, коли несуча здатність моста перевірена осьовим навантаженням 50 кН на долото діаметром 120,6 мм і 70 кН на долото діаметром 139,7 мм, що відповідає встановленим вимогам.

Для безпосереднього забурювання БС у свердловину спускали КНБК, що включає вибійний двигун із механізмом перекосу осей, телесистему (для забезпечення можливості орієнтування інструменту), спіральні ОБТ (довжиною згідно із розрахунками) та бурильні труби.

Після зняття впливу магнітної інтерференції, за рахунок виходу компоновки зі свердловини на довжину не менше 30 м, проводили перший замір параметрів кривизни стовбура та, при необхідності, проводили корегування. Для стабілізації зенітного кута в компоновку над вибійним двигуном включали калібратор (центратор) діаметром, меншим на $1 \div 2$ мм від долота.

Для вирізання «вікна» в обсадній колоні фахівцями компанії «Укрнафта» застосовувалась компоновка, що включала райбер чи віконний фрез, ОБТ, бурильні труби. Геометричні розміри елементів компоновки визначались залежно від діаметра обсадної колоні, в якій проводили роботи.

Після закінчення вирізання «вікна» в обсадній колоні проводили роботи з буріння бокового стовбура компоновкою з вибійним двигуном та навігаційними системами, або стандартною роторною КНБК при неорієнтованому бурінні.

У зарубіжній практиці [6] широкого впровадження набули комплекти спеціального обладнання, що дозволяють провести забурювання БС за один рейс в обсадних колонах діаметром від 140 мм до 168 мм. Комплект інструмента включає якір, клин-відхилювач, віконний фрез, нижній райбер, гнучкий патрубок, верхній райбер, ОБТ, пристрій для орієнтування, бурильні труби.

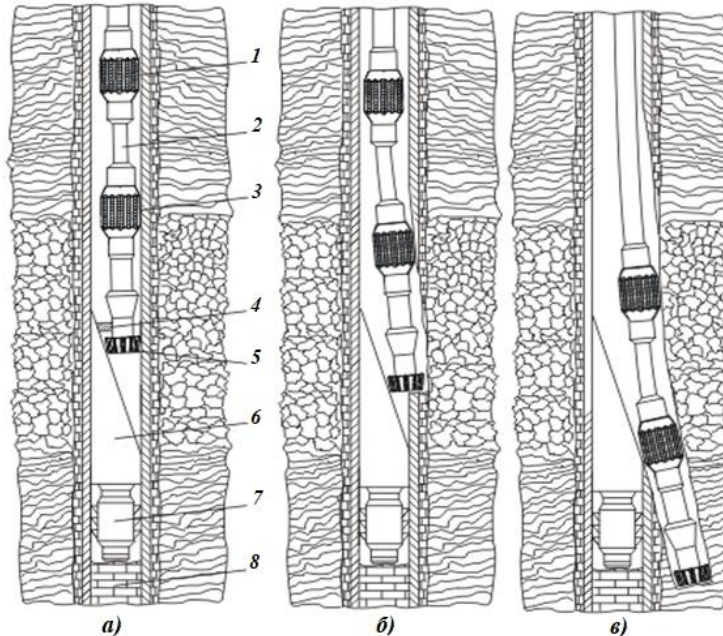
При застосуванні вищезазначеного комплекту інструмента роботи виконують у наступній послідовності: проводять встановлення ліквідаційного та опорного цементних мостів; після ОТЦ та перевірки опорного моста на несучу здатність приступають до збирання і спуску комплекту на бурильних трубах до штучного вибою; проводять орієнтування – встановлення у визначеному напрямку (азимуті) похилої площини відхилювача; далі створенням навантаження (або іншим способом, передбаченим інструкцією з експлуатації застосованих технічних засобів) закріплюють клин-відхилювач в обсадній колоні, від'єднують від нього стартовий фрез і починають вирізання «вікна» в обсадній колоні. Заявлена середня механічна швидкість вирізання «вікна» становить $0,5 \div 1,0$ м/год, оптимальний крутний момент $M_{кр} = 3,0 \div 7,0$ кН·м при навантаженні до 20 кН.

Роботи проводять до моменту виходу верхнього райбера з колоні на $1 \div 2$ м. Проробляють пройдений інтервал до вільного руху інструмента (відсутність посадок і затяжок), промивають свердловину для видалення залишків вибуреної породи та металевих ошурок. Піднімають інструмент на поверхню.

Подальше поглиблення свердловини проводять за класичною технологією, КНБК, що включає вибійний двигун із механізмом перекосу осей, телесистему,

спіральні ОБТ чи поважчені бурильні труби.

Схему зарізування бокового стовбура за один рейс із використанням стаціонарного клина-відхилювача наведено на рис. 4.



*а) – орієнтування і закріплення клина; б) – зрізання гвинта і початок вирізування щілини; в) – зарізування другого стовбура;
1 – верхній райбер; 2 – гнучкий патрубок; 3 – нижній райбер;
4 – зрізний гвинт; 5 – стартовий фрез; 6 – клин-відхилювач; 7 – якір;
8 – цементний міст*

Рисунок 4 - Схема зарізування бокового стовбура за один рейс

П'ятий етап – вибір типу та параметрів бурових промивальних рідин

Під час буріння БС до якості бурових промивальних рідин (БПР) виставляють вимоги, які б відповідали гірничо-геологічним умовам буріння та колекторським властивостям продуктивних горизонтів (низький коефіцієнт аномальності пластового тиску, низька пористість та проникність).

З цією метою у світовій практиці широкого використання набули бурові промивальні рідини подвійного інгібування на основі органічного інгібітора на поліаміновій основі та хлориду калію [7]. На родовищах із низькими значеннями пластового тиску добре зарекомендували себе БПР на вуглеводневій основі та біополімерні безглинисті системи.

Зазначені бурові розчини спричиняють формування захисного екрану в продуктивному пласті. Коефіцієнт відновлення проникності ядра становить більше 90 %, що сприяє отриманню очікуваного дебіту вуглеводневої продукції.

Шостий етап – кріплення свердловин малого діаметра

Кріплення бокового стовбура суцільною експлуатаційною колоною чи фільтром-хвостовиком є вкрай важливим та технічно складним процесом на завершальній стадії відновлення свердловини. Особливість полягає у необхідності спуску в боковий стовбур складної просторової архітектури з

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

номінальними діаметрами 120,6 мм, 139,7 мм, 152,4 мм відповідних обсадних колон (переважно безмуфтових) діаметрами 101,6 мм, 114,3 мм, 127,0 мм. А у випадку потреби цементування колони виникають значні гідравлічні навантаження через вкрай малі зазори між стінкою свердловини та обсадною колоною, що можуть мати вплив на успішність кріплення свердловини в цілому та подальше її освоєння.

Список використаних джерел:

1. Є. М. Ставичний, С. А. П'ятківський, М. М. Плитус, Л. Я. Притула, М. Б. Ковальчук. Відновлення свердловин – перспективний напрям збільшення обсягів видобутку вуглеводнів у Західному нафтопромисловому районі України / Нафтогазова галузь України. 2014. № 6. – С. 3 – 6.
2. Відновлення свердловин шляхом забурювання бокових стовбурів – перспективний напрям збільшення обсягів видобутку вуглеводнів / Я. С. Коцкулич, А. М. Лівінський // Породоруйнівний і металообробний інструмент – техніка і технологія його виготовлення і використання: Збірник наук. праць. — К.: ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України, 2015. - Вип. 18. - С. 46 - 52.
3. Звіт Правління ПАТ «Укрнафта» за 2020 рік. Режим доступу: https://www.ukrnafta.com/data/Investor_docs/25.05.2021/Zvit%20Pravlinnya%2020.pdf
4. ГСТУ 41-00032626-00-012-2000 Забурювання та проводка додаткових стовбурів і похилих свердловин при глибокому бурінні на нафту і газ. Організація та порядок проведення робіт.
5. Уточнений проект розробки Орів-Уличнянського родовища: звіт про НДР/НДП ПАТ «Укрнафта»; кер. Шуміліна Х.Р. – Івано-Франківськ, 2011. – 288 с.
6. Девід Хіл, Ерік Нім, Мігель Моллинедо. Буріння бокових стовбурів з існуючих свердловин дає нове життя старим родовищам // Ойлфілд Ревю, осінь, 1996.
7. Zhang Jinwu, Wang Guoyong, He Kai1, Ye Chenglin. Practice and understanding of sidetracking horizontal drilling in old wells in Sulige Gas Field, NW China. – Petroleum exploration and development, Volume 46, Issue 2, April 2019.

Ya. FEMIAK,

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor of the Department of Well Drilling*

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
Karpatska str.,15, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 76019*

O. FEDYK,

*Assistant of the Well Drilling Department
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
Karpatska str.,15, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 76019*

V. KALYNOVYCH,

*Director of the KARAT Group of Companies, LLC Scientific and Technological Enterprise «KARATBURSERVICE», Chairman of the Board of the NGO «Union of Drillers of Ukraine»
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
Karpatska str.,15, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 76019*

INFLUENCE GEOLOGICAL AND TECHNICAL FACTORS ON THE DEFORMATION OF CASING AND CEMENTED ANNULAR STONE

Well perforation affects the casing and annulus cement layer. The nature and extent of this impact depend on a variety of factors: type, design and power of the perforator, perforation density and pattern, location of the perforator in the casing, properties of the wellbore fluid, hydrostatic pressure in the well, design of the filter part of the well, size, strength and condition of the casing and annular cement stone layers, physical and mechanical characteristics of the formation being exposed, etc.

In case of cumulative perforation, the sources of impact on the casing and cement layer are cumulative jets and flying detonation products (Fig. 1). The penetration of cumulative jets into the borehole walls is ahead of the detonation products in time. A compression wave with a conical front is created around the cumulative jet as it moves in the fluid, approaching the inner pipe wall at different angles depending on the time and place of the wave front meeting the wall.

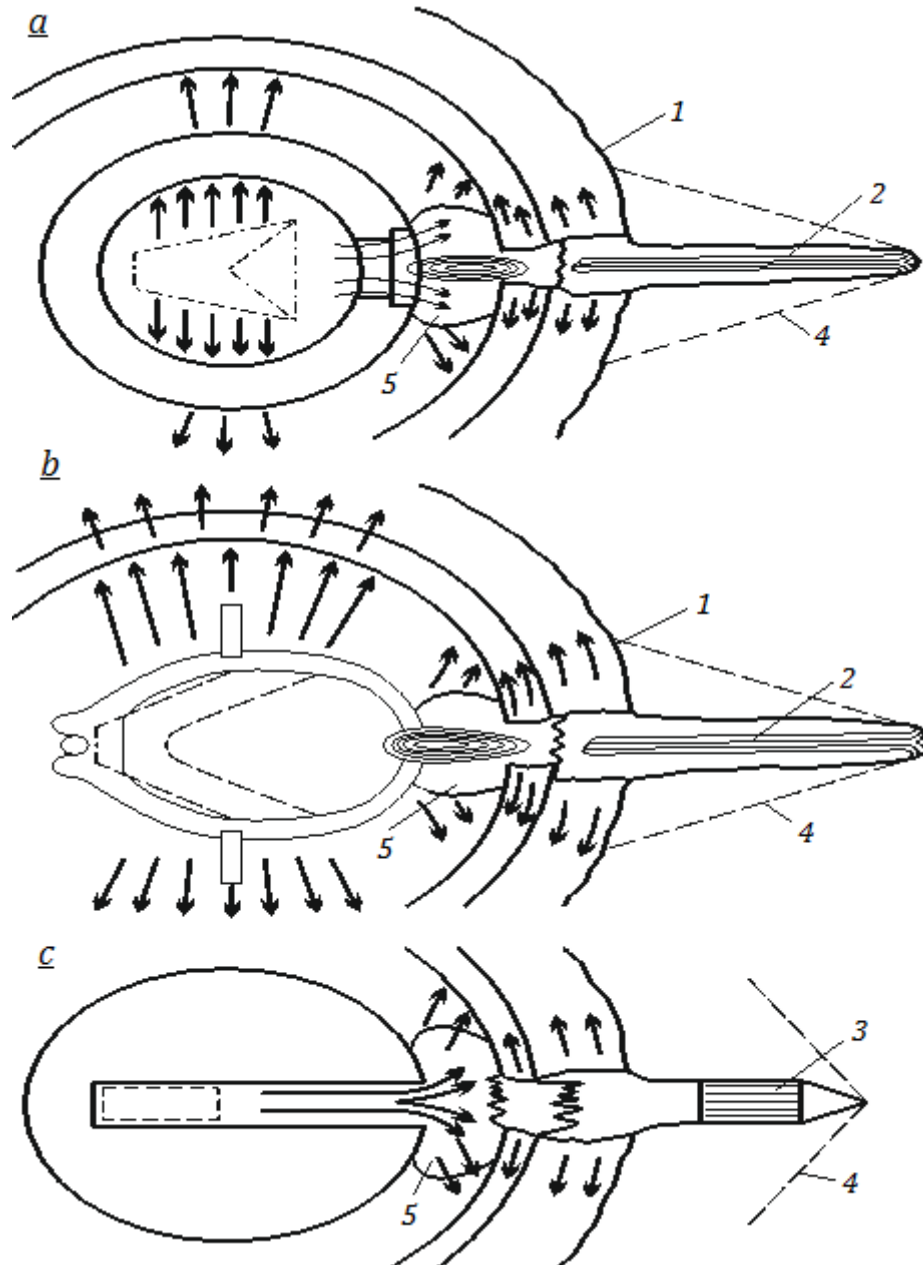
In the case of a cased jet perforator, the impact of the detonation products with the charge shell fragments causes strong stress waves in the casing wall, which, however, refract into the surrounding fluid and reach the casing in a weakened state. Following the cumulative jet and the pestle flying behind it, charge detonation products are released into the environment through a slot hole in the PC perforator casing (or a punched hole in the PCO perforator walls), and the intensity of their release strongly depends on the backpressure from the environment [1]. The pulsation of cavities in the fluid created by cumulative jets and detonation products flowing out of the perforator can lead to deformation of the casing. Experiments and practice show that when perforating at shallow depths, even with casing perforators, loose or weakly cemented casing strings may be disturbed.

In the case of a casing less perforator, the main impact on the casing is caused by compression waves created in the surrounding fluid by expanding detonation products and flying charge shell fragments, as well as the subsequent pulsation of the cavities created in the fluid with their accompanying water flows.

Cracks and other disturbances in the casing and annular cement layer in most cases originate in the perforation holes, which are stress concentrators, or in previously created defects and disturbances in the pipes and annular cement stone.

When charges are fired in groups, their interaction increases the impulsive loads on the casing string the more the charges are close to each other and to the string.

As the well depth increases and hydrostatic and geostatic pressures increase, the degree of casing deformation due to perforation decreases for two reasons: on the one hand, as will be shown below, the impact of impulse loads at the time of perforation decreases, and on the other hand, the casing and cement stone are in a state of compression caused by the pressure of the surrounding rock mass.



a - cumulative casing perforator; *b* - cumulative casing less perforator; *c* - ball perforator;
 1 - pestle; 2 - cumulative jet; 3 - ball; 4 - compression wave front formed when a cumulative jet (or
 ball) penetrates an obstacle; 5 - pulsating cavity in a liquid;
 arrows show the direction of movement of detonation products and compression waves

**Figure 1 - Diagrams of the impact of perforating shots on the casing
 and annular cement layer**

Experience has shown that if the recommended perforation regimes are followed, the casing is of good quality, it is securely fixed by means of high-quality cementing of the annulus and timely perforation of the well, deformations of casing and cement stone during formation opening, even with powerful casing less cumulative perforators, are within acceptable limits and do not lead to well disruption.

In ball perforation, after the bullets penetrate the borehole walls, a stream of powder gases is sent behind them, causing the created cavities to pulsate in the surrounding liquid medium. The punctured holes serve as stress concentrators, especially since there are enough initial microcracks around them. As a result, cracks can occur in the casing and cement layer originating from the holes pierced by the bullets.

When using torpedo perforators with explosive balls, severe damage to casing and cement stone can occur in cases of premature ball breakage in the casing and cement layer or when penetrating hard rock formations, when the ball penetration is insignificant and it breaks at the boundary of the wellbore.

The following methods are used to study the deformation of casing and the surrounding cement layer [2]:

1) through visual observations and measurements: after firing perforators or individual charges in full-scale models placed in a well or in a pressure vessel, as well as under atmospheric pressure in a liquid and in the air, after perforating sections of uncemented casing strings to be removed from the well;

2) direct measurements in the borehole using special devices or post-perforation photography devices;

3) by observing the functioning of wells in operation.

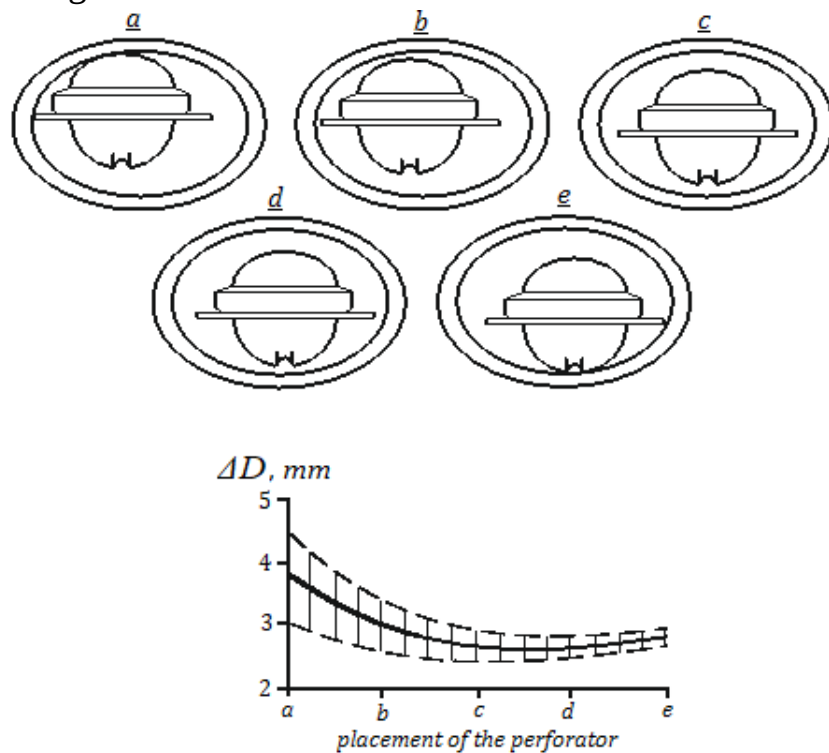
It should be noted that experiments conducted under atmospheric conditions and at relatively low pressures, especially in a fluid environment, in most cases lead to severe damage to pipes and a cement layer. Such phenomena are not observed in real wells at sufficient depths due to the counteraction of hydrostatic and geostatic pressures. Therefore, the results of the experiments can be used only in certain cases of comparative experiments and tests. In this regard, the main studies were carried out in a liquid medium under the influence of rather high initial hydrostatic pressures.

When studying the deformation of steel pipes, the effect of temperature up to $250 \div 300$ °C can be ignored. However, it is necessary to take into account the significant effect of temperature on the mechanical properties of cement stone.

To study the influence of various factors on the deformation of casing and the surrounding cement layer, a well model was adopted that allows experiments to be performed in a high-pressure vessel with perforator sections containing at least three to five charges. In this case, the influence of neighbouring charges on the impact of

the shot is sufficiently taken into account. A further increase in the number of charges does not lead to a noticeable increase in the impact of a group explosion of charges on the casing. Theoretically, the effect of adjacent charges can be replaced by two solid walls located in planes perpendicular to the axis of the pipe at distances from the centre of a given charge that are half the charge spacing.

Influence of punch placement on pipe deformation. To analyse the effect of the perforator placement on the pipe deformation, we studied the placement of the three-charged section of the PCS-80 perforator in relation to the pipe walls at a normal distance between the charge axes of 150 mm (perforation density $n = 6.7$ perc/m). Of the five locations, the maximum deformation ΔD of the inner pipe in diameter was obtained at the first position (Fig. 2), i. e. when two charges touch the pipe wall with the glass shell covers.



$$\delta_t = 114 \text{ mm}; \delta_t = 7 \div 7.5 \text{ mm}; p_{h\pi} = 20 \text{ MPa}$$

Figure 2 - Dependence of pipe deformation ΔD on the placement of the perforator

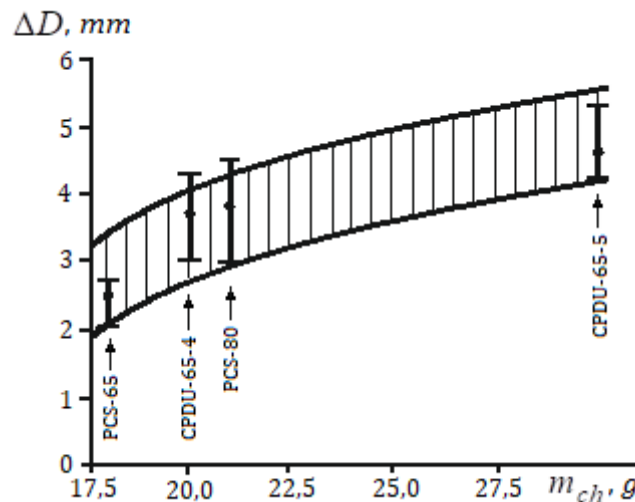
With a pipe wall thickness of $\delta_t = 9.8 \div 10$ mm, the strain is $\Delta D = 3.0 \div 3.7$ mm, with $\delta_t = 7$ mm, the strain is $\Delta D = 3.0 \div 4.5$ mm. In pipes of greater thickness at lower deformation, two out of three experiments showed cracks from holes $60 \div 120$ mm long with an initial width of $2 \div 3$ mm. There were no cracks in the thinner pipes.

In the experiments with a different location of the perforator, which were carried out mainly with $\delta_t = 7.0 \div 7.5$ mm, microcracks sometimes formed near the holes. No deformations were detected on the outer pipe, except for one case of a 300 mm long crack with an initial width of $2 \div 3$ mm (at $\Delta D = 0$ mm).

Influence of charge weight and hammer design. The tests were carried out

with three-charged sections of PCS-65 perforators: $m_{ch} = 18$ g, $n = 6$ holes/m; PCS-80: $m_{ch} = 21$ g, $n = 6$ holes/m; CPU-65-4: $m_{ch} = 20$ g, $n = 8$ holes/m; CPU-65-5: $m_{ch} = 29$ g, $n = 8$ holes/m at $p_{h\tau p} = 20$ MPa. The test results are shown in Fig. 3. Increasing the charge mass from 18 g to 29 g leads to an increase in ΔD by 70 %. The perforation density is probably also of some importance: in the section of the PCS-65 perforator, it is 6 holes/m, and in the CPDU-65-5, it is 8 holes/m. In the experiments with CPDU-65-5 ($m_{ch} = 29$ g), in all cases, cracks were found on the outer pipe (diameter 169 mm, thickness 9 mm) with a width of approximately 2 mm and a length of $360 \div 430$ mm, which run from the holes, in the absence of pipe deformation ($\Delta D = 0$). At the same time, no cracks were found in the inner pipe and cement layer. This fact can probably be explained by the strengthening effect of the wave reflected from the outer surface of the inner pipe.

The effect on the deformation of casing and cement stone of different designs of perforators of the PCS and CPDU types, materials of their shells, as well as the values of the mutual rotation of charges has not been established.



$$d_t = 114 \text{ mm}; \delta_t = 7 \text{ mm}$$

*Three-charged hammer sections with distances and angles of rotation
between the charge axes:*

PCS-65, PCS-80 - 150 mm, 180°;

CPDU-65-4, CPDU-65-5 - 100 mm, 90°

Figure 3 - Dependence of the pipe deformation ΔD on the charge mass m_{ch}

Effect of perforation density. The tests were carried out with sections of the PCS-80 perforator, in which one, two, three, four and eight charges were placed in the tape with a step between charges (starting with two charges) of 450, 300, 150 and 75 mm, respectively, at $p_{h\tau p} = 20$ MPa. The results of the study are shown in Fig. 4.

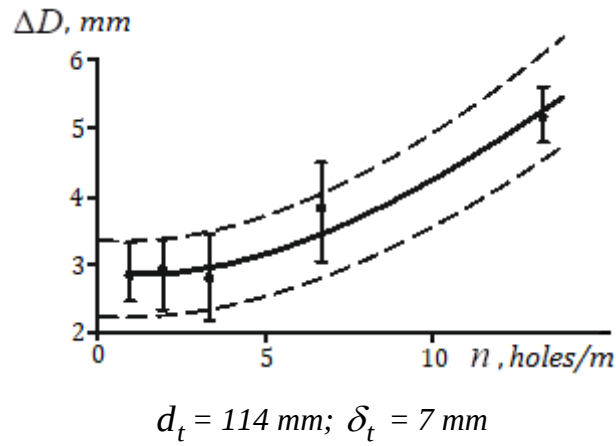
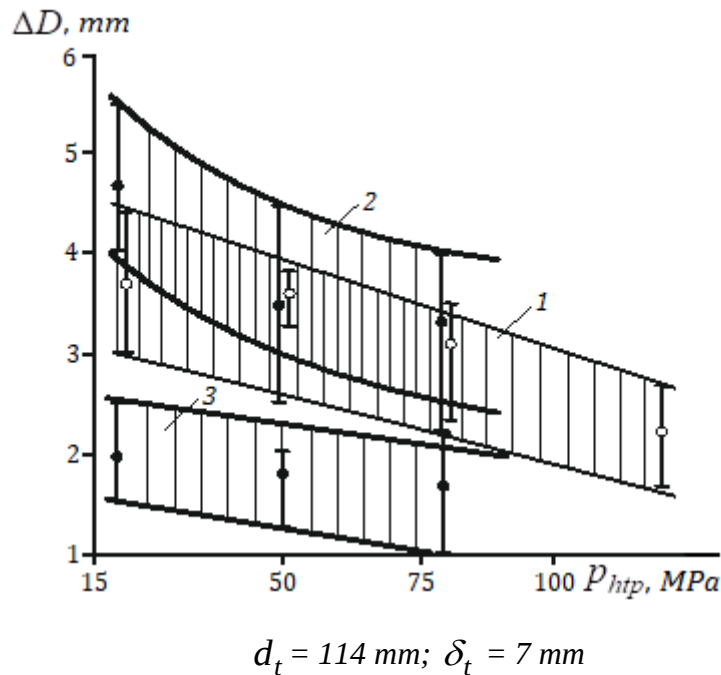


Figure 4 - Dependence of pipe deformation ΔD on perforation density n

At perforation densities of $3 \div 4$ perforations/m, regardless of the number of simultaneously detonated charges, the pipe deformation remains unchanged, i.e., no mutual influence of charges is observed. A noticeable increase in strain is observed for perforation densities $n > 5$ perforations/m; at $n = 15$ perforations/m, ΔD doubles compared to a single charge explosion.

No cracks were detected in either pipe or cement layer during the tests in this range of perforation densities.

Effects of hydrostatic pressure. The tests were carried out with three-shot sections of the PCS-80 perforator at $p_{htp} = 20, 50, 80$ and 120 MPa, as well as with the PCS-65 and CPDU-65-5 perforators at p_{htp} up to 80 MPa. The research results are shown in Fig. 5.



Three-charged sections of the perforators: 1 – PCS-80 ($m_{ch} = 21 \text{ g}$);
2 – CPDU-65-5 ($m_{ch} = 30 \text{ g}$); 3 – PCS-65 ($m_{ch} = 18 \text{ g}$)

Figure 5 - Dependence of pipe deformation ΔD on hydrostatic pressure p_{htp}

The deformation of the inner pipe after shooting with the PCS-80 perforator is uniformly reduced on average within $3.8 \div 2.2$ mm, i. e. by 42 %, with an increase in p_{htp} in the range of $20 \div 120$ MPa. At the same time, no cracks were found in the inner and outer pipes or in the cement layer. The diameters of the holes ($9 \div 13$ mm in the inner pipe, $5 \div 9$ mm in the outer pipe, $15 \div 45$ mm in the cement layer) practically did not change with the growth of p_{htp} .

When firing the CPDU-65-5 perforators, the ΔD deformations are higher than in the previous cases, since the charge and perforation density of this perforator are higher, and the decrease in ΔD with the growth of p_{htp} is of a slightly different nature. For the PCS-65 perforator, the ΔD values are significantly lower than for the PCS-80 perforator, despite the small difference in charge values, which can be explained by the design of the charge: there is an air gap between the side surface of the charge and the walls of its shell, which is 5 mm for the PCS-65 perforator and approximately 7 mm for the PKS-80 perforator.

The effect of hydrostatic pressure of less than 20 MPa on the strain ΔD could not be determined, since at low pressures the gate valve in the high-pressure vessel is damaged. In this range, the effect of p_{htp} is more intense, which is evident from the results of studies conducted in a well cased with a 219 mm casing string with a free casing section 146 mm in diameter, 10 mm thick, and 1.5 m long run on a cable. Sections of the PCS-105 perforator ($m_{ch} = 50$ g) with 5 to 10 charges were placed and shot into the well at a perforation density of $n = 10$ perforations/m. No cracks or deformations of the pipe were detected at this range p_{htp} .

Effect of holes in the pipe on crack formation. As practice shows, the cracks formed in pipes during perforation often pass through the punched holes. Experiments were carried out with pipe sections in which holes with a diameter of 22 mm were drilled in advance at the place where the cumulative jet passed. When a charge exploded in a liquid medium, the location and nature of the cracks were the same both with and without a pre-drilled hole. However, the crack opening was greater in the section without a pre-drilled hole.

Experiments have shown that holes located outside the cumulative jet also contribute to the creation of cracks. According to the experiments, the appearance of cracks through the perforation holes is explained by the fact that these holes are punched by the cumulative jet with the preemptive action of stress waves on the pipe, which are formed by the flying of detonation products and the charge shell, and are, as it were, stress concentrators (especially since there is a grid of microcracks around the punched holes).

From the above, it can be concluded that when re-perforating a well, previously

created cracks may develop in the casing or new ones may appear around previously punched holes. Thus, if it is necessary to create a high density of perforations to preserve the integrity of the casing, it is advisable to perform perforations with a given density in one trip of the perforator into the well, which is confirmed by experiments conducted directly in the wells.

Effect of hydrostatic pressure on stress wave parameters. It is known that an increase in the initial hydrostatic pressure slightly increases the pressure at the front of the compression wave, but decreases the specific impulse, significantly reduces the wave energy and especially the radius of the gas bubble. Reducing the radius of the gas bubble and the corresponding reduction in its pulsation period is also important in that the duration of the direct impact of charge shell fragments on the casing decreases with increasing hydrostatic pressure [3].

A rather strong influence of hydrostatic pressure on the casing deformation can be explained, in addition to the factors mentioned above, by the results of studies with models of pipes subjected to torpedoing in IEDs with optical inputs. When a shock wave approaches, the pipe walls initially reach their maximum velocity regardless of the value of p_{htp} . However, the subsequent wall motion is highly dependent on the hydrostatic pressure.

Due to the difficulty of registering the charge explosion under hydrostatic pressure, the study of the latter's effect on the deformation of pipes was performed directly on full-scale models of casing strings.

When evaluating the obtained experimental data on the parameters of stress waves formed during the explosion of cumulative charges in the casing, the following conclusions can be drawn:

- stresses in casing pipes at the central location of a casing less cumulative perforator in a water environment (without reinforcement with a cement layer) and atmospheric pressure can reach $2,5 \div 5,0 \cdot 10^3$ MPa, which exceeds the dynamic strength of oil-type pipes. The approach of charges to the pipe wall can increase these stresses by a factor of 2. The values of the total specific impulses are large enough to cause destructive deformations at these pressures;
- under the conditions of casing reinforcement with a cement layer in the wellbore, these stresses can be reduced by about 25%, but at low p_{htp} values, casing failure is still possible, especially in the case of a casing less cumulative perforator;
- the presence of initial defects in the pipes (cracks, holes and fractures from previous perforation) can significantly increase the deformation of the pipes during well perforation;
- with the increase of hydrostatic pressure in the well, the effect of impulse loads during perforation decreases.

List of sources used

1. Garanin O. A. Improvement of the methodological bases of evaluation of changes in the filtration-capacity properties of reservoir rocks in the near-well zone based on the data of petrophysical and geophysical studies: diss. Ph.D. geol. Sciences: specialist 04.00.22 «Geophysics». - Ivano-Frankivsk, 2009. - 168 p. – 151 - 168.

2. Fedoryshyn D.D. The effect of mineralization of reservoir waters and drilling fluids on the electrical characteristics and parameters of rocks / D. D. Fedoryshyn, V. V. Fedoriv, S. D. Fedoryshyn // Exploration and development of oil and gas deposits. - Ivano-Frankivsk. – 2004. – No. 2(11). - P. 43-48.

3. Y. Femiak, I. Chudyk, O. Fedyk, V. Kalynovych, A. Dulibyanyk. Exploration Quality Analysis of Productive Layers and Wells Development: a textbook (tutorial): Drohobych: Posvit, 2024. 220 p. ISBN 978-617-8487-18-8.

Олег БІШКО,

викладач циклової комісії «Нафтогазової інженерії та технологій»

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,

Сергій СТАСИК,

викладач циклової комісії «Нафтогазової інженерії та технологій»

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,

м. Дрогобич, Україна

**ПІДВИЩЕННЯ ФОНТАННОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ СПОРУДЖЕННІ,
ОСВОЄННІ ТА РЕМОНТІ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН**

Одним із найбільш важливих заходів попередження та уникнення відкритих фонтанів є встановлення на гирлі свердловин надійного та випробуваного противикидного обладнання (ПВО).

Основним елементом, що входять до комплексу ПВО, є превенторний блок, до складу якого входять різноманітні відомі на сьогодні пристрої для герметизації гирла свердловини: плашкові та універсальні превентори, обертові превентори, дивертори, тощо.

За останні роки широкого використання набули універсальні превентори, які стали виконувати функцію основного елементу контролю над свердловиною в процесі ліквідації нафтогазопроявлення.

Найбільш навантаженими основними деталями превентора є: корпус 3, кришка 1, конічний плунжер 4, ущільнювач 2 (рисунок 1). Ущільнювач поряд з цим є найбільш швидкозношуваним елементом. Втрата герметичності ущільнювача може спричинити до виходу з ладу універсального превентора, а інколи і до аварійних ситуацій на гирлі свердловини.

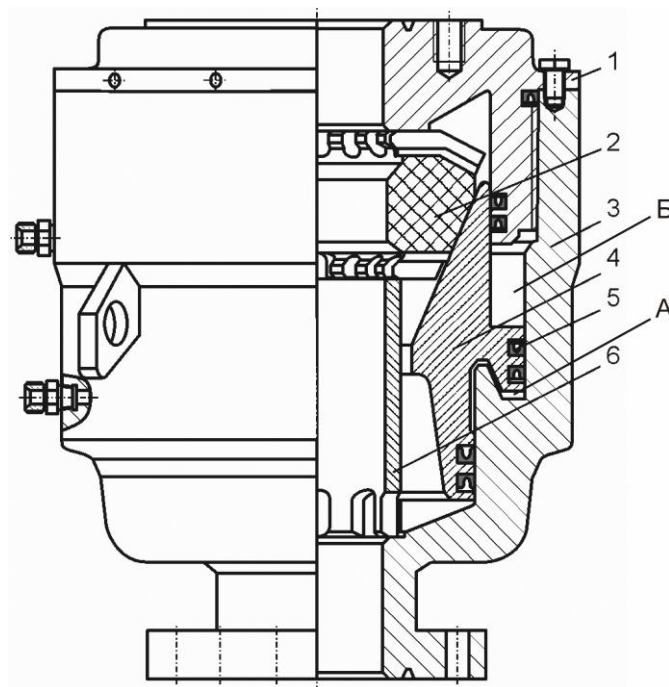
Для закриття превентора робоча рідина (масло) із системи гідрокерування нагнітається під тиском в камеру А плунжер 4 піднімається

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

вверх і своєю конічною поверхнею обтискає ущільнювач 2, який, деформуючись у радіальному напрямку, герметизує трубну колону або за відсутності колони повністю перекриває прохід превентора. При нагнітанні робочої рідини в камеру Б здійснюється відкриття превентора плунжер опускається вниз, витісняючи робочу рідину з нижньої камери А, через зливну лінію системи гідрокерування. При цьому ущільнювальний елемент розтискається і набуває початкової форми.

Основним елементом універсального превентора є гумометалевий ущільнювач, який представляє собою масивне кільце складної конфігурації (рисунок 2). Арматура надає ущільнювачу жорсткості, зменшує витискання гуми і забезпечує її радіальну деформацію. Кожен елемент арматури представляє собою завулканізовану металеву вставку, яка має верхню і нижню полки та стержень. Необхідна міцність кріплення вставок до гуми досягається за рахунок «гарячого кріплення» з використанням ізоціанатного клею Лейконат чи клею Хемосил.

Виробники універсальних превенторів практикують виготовлення ущільнювальних елементів з гум, як на основі натурального, так і синтетичних (нітрильних, неопренових та ін.) каучуків. Основні фактори, що впливають на вибір ущільнювального елемента – це температура експлуатації превентора, тип промивальної рідини (водна чи нафтова основа).



1 – кришка; 2 – ущільнювальний елемент; 3 – корпус;
4 – плунжер; 5 – манжета; 6 – втулка

Рисунок 1 – Універсальний превентор

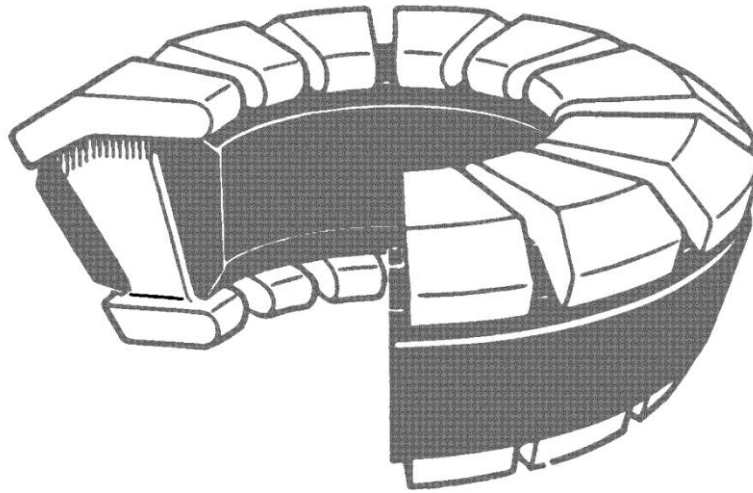


Рисунок 2 – Ушільнювач універсального превентора

Процес герметизації труби превентором можна умовно розділити на два етапи: перший – обтискання ушільнювального елемента з метою його радіальної деформації до моменту створення контакту між трубою і внутрішньою поверхнею ушільнювального елемента; другий – додаткове обтискання ушільнення з метою створення необхідного для герметизації контактного тиску між трубою і ушільненням.

Кільцевий ушільнювач універсального превентора повинен дозволяти:

- протягування колони труб загальною довжиною не менше 2000 м при тиску в свердловині не більше 10 МПа з замковими чи муфтовими з'єднаннями з спеціальними знятими фасками під кутом 18° ;
- розходжування та повертання колони;
- відкриття і закриття превентора на розрахункове число циклів;
- швидко заміну кільцевого ушільнення без демонтажу превентора.

Ушільнювач, який має круглу форму по торцях, допускає протягування інструмента через нього. При цьому відбувається значне тертя, ковзання по внутрішній поверхні гуми. Зносостійкість ушільнювача залежить від швидкості підйому та зовнішньої поверхні труб, бурового замка та інших факторів. Гумові ушільнювачі виходять з ладу при пропуску невеликого числа замкових з'єднань. За даними виробника, зносостійкість гумових елементів складає 40-60 замкових з'єднань при довжині бурильних свічок 25 м, а по промисловим даним вона не перевищує 25-40 замків.

Універсальні превентори американської фірми «Хайдріл» витримують при першому випробуванні 100 циклів до резгерметизації, а при другому – 60 циклів. В таблиці 1 приведені основні причини виходу з ладу універсальних превенторів. На рисунку 3 представлена графічна залежність ходу плунжера в залежності від кількості циклів закриття превентора, а на рисунку 4 показано спрацювання ушільнювача при різних кількостях циклів закриття.

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Таблиця 1 – Причини втрати працездатності універсального превентора

Причина	%
Відрив гуми ущільнювача від арматури	16
Розрив внутрішньої поверхні ущільнювача	32
Заклинювання ущільнювача внаслідок навантаження	23
Залишкові деформації ущільнювача	17
Інше	12

Враховуючи ту обставину, що ущільнювач має складну конфігурацію, яка характеризується наявністю багатьох концентраторів локальних напружень у вигляді різних канавок, виточок, металевої арматури, особливий інтерес представляє дослідження впливу геометричних параметрів арматури і ущільнювача на його працездатність. Це досить важливо, якщо врахувати, що

гума, як конструкційний матеріал, дуже добре працює на стиск і погано – на розтяг і зсув.

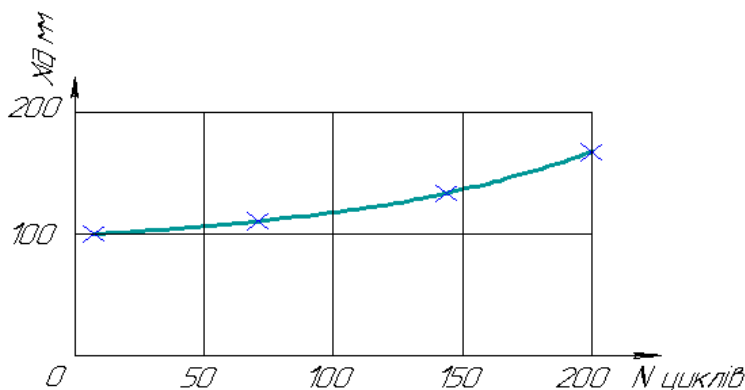
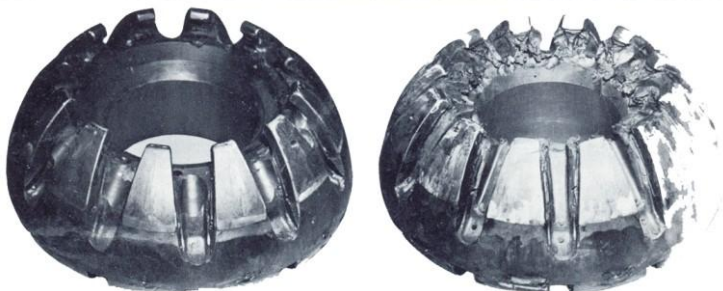
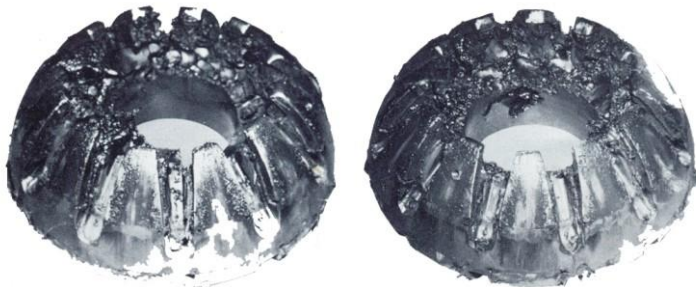


Рисунок 3 – Графічна залежність ходу плунжера від кількості циклів закриття універсального превентора



Новий елемент

60 циклів закриття



600 циклів закриття

1000 циклів закриття

Рисунок 4 – Характер спрацювання ущільнювача в залежності від кількості циклів закриття

Аналіз раніше проведених досліджень, а також аналіз результатів спрацювання та дослідження універсальних превенторів показує, що найбільш небезпечними з точки зору порушення цілісності і

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

втрати герметичності ущільнювача є два види руйнування: руйнування внутрішніх вільних поверхонь ущільнювача і руйнування в зоні кріплення гуми до арматури.

Руйнування внутрішніх вільних поверхонь ущільнювача, як правило, завжди починається з появи тріщин на вільному розтягнутому контурі. Ріст тріщин вглибину спочатку відбувається по нормалі до вільної поверхні. Потім на певній глибині напрямок росту тріщин стає паралельним осі ущільнювача, тобто поширюється в область максимальних деформацій розтягу. В тангенціальному напрямку утворені тріщини з'єднуються між собою в магістральну тріщину, що приводить до відшаровування гуми. Під магістральною, як правило, приймають тріщину, що приводить до розділення гумового елемента на частини. В початковій стадії руйнування довжина магістральних тріщин складає 20-40 мм. Потім окремі з них з'єднуються, утворюючи суцільну тріщину довжиною 150-200 мм і висотою 20-50 мм.

Інтенсивність руйнування ущільнювача в зоні вільних поверхонь підвищується зі збільшенням питомого навантаження в зоні герметизації і зменшення діаметра ущільнюючих труб.

Підвищенню довговічності ущільнювача повинно сприяти зменшення небезпечних з точки зору руйнування деформацій розтягу і зсуву в матеріалі ущільнювача, що можна реалізувати такими методами, як збільшення міцності гуми, вдосконалення конструкції ущільнювача.

При експлуатації універсального превентора важливо встановити його ресурс роботи. Ущільнювач підлягає заміні, якщо на його поверхні існують надриви, поперечні риси, вириви глибиною більше 2 мм чи якщо його спрацювання не забезпечує необхідне ущільнення труби. Ущільнювач знаходиться всередині корпусу, знизу підпирається плунжером, а зверху притискається кришкою. В зв'язку з цим оцінити його технічний стан без розбирання превентора неможливо.

Для вирішення даної проблеми пропонується обладнати універсальний превентор спеціальним індикатором переміщення плунжера, за допомогою якого можна було б визначати спрацювання ущільнювача без розбирання превентора.

Для визначення зношування ущільнювача в залежності від циклів закриття універсального превентора необхідно індикатор прив'язати до ходу плунжера, оскільки при збільшенні зносу ущільнювача пропорційно збільшується довжина ходу плунжера.

На рисунку 5 представлені три можливі варіанти розміщення індикатора всередині превентора. Розглянемо конкретно кожний варіант.

Варіант 1 – у верхній частині кришки висвердлюється отвір таким чином, щоб індикатор розташовувався між зовнішньою циліндричною поверхнею ущільнювача та внутрішньою поверхнею кришки. Радіальний зазор між ущільнювачем і кришкою складає 8-10 мм. При експлуатації превентора можливе зміщення ущільнювача відносно осі превентора, при цьому можливе пошкодження трубки індикатора. Отже, даний варіант відкидаємо, аргументуючи малими радіальним розмірами для встановлення індикатора.

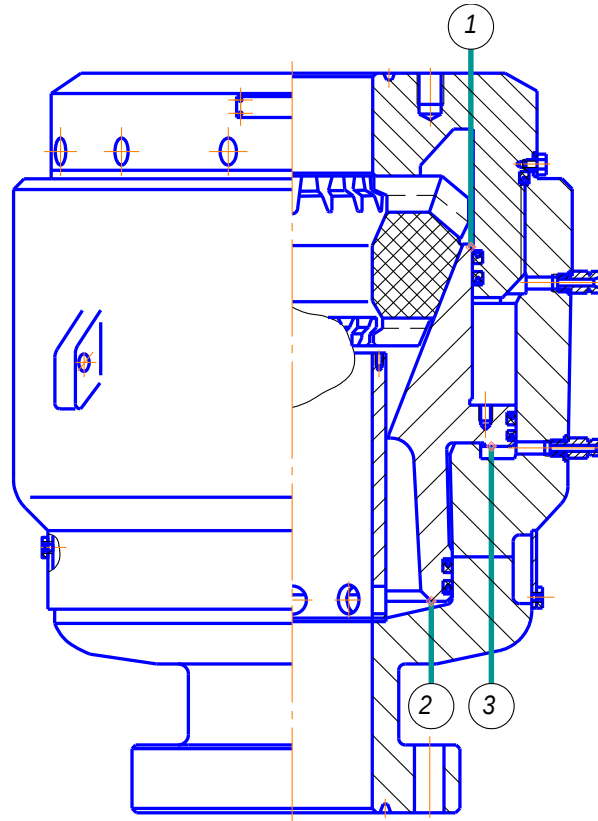


Рисунок 5 – Можливі варіанти встановлення індикатора переміщення плунжера

Варіант 2 – в нижній частині корпуса над фланцем висвердлюється наскрізний отвір до упору в нижню частину плунжера. Недоліком даного варіанту є мала відстань по вертикалі (під корпусом розташований фланець з шпильками та гайками), що створить незручності як для встановлення індикатора, так і для його роботи.

Варіант 3 – в нижній частині корпуса під камерою закриття превентора висвердлюється наскрізний отвір і встановлюється індикатор до упору в виступ плунжера. З точки зору вільного місця та зручності монтажу, це найбільш оптимальний варіант, однак, в порівнянні з іншими варіантами, технологічно важко висвердлити отвір малого діаметра в даній частині корпуса.

Індикатор переміщення плунжера універсального превентора призначений для визначення величини переміщення плунжера з метою визначення спрацювання ущільнювача превентора в залежності від числа циклів закриття та контролю його технічного стану.

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

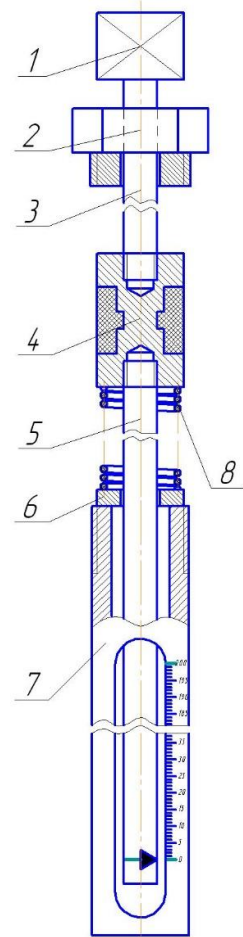
Індикатор (рисунок 6) складається із наступних елементів: упору 1, гайки 2, верхнього 3 і нижнього 5 стержнів, поршня 4, що складається з серцевини і привулканізованої до серцевини манжети, шайби 6, трубки 7 вимірювальною шкалою, пружини 8. Індикатор комплектується запасною самоущільнювальною манжетою (1 шт.), а також спеціальним гайковим ключем для згвинчування-розгвинчування гайки 2.

Індикатор визначає переміщення плунжера за допомогою з'єднаних разом стержнів, що рухаються всередині отвору в корпусі превентора і всередині трубки 7 з шкалою.

Технічні характеристики індикатора:

- максимальний хід системи індикації, мм	200
- довжина ходу плунжера справного превентора, мм	180
- тиск робочого середовища, МПа	35
- габаритні розміри, мм:	
довжина	650
діаметр	30
- маса, кг	2,1

На нижньому стержні нанесена стрілка, яка переміщуючись вгору, фіксує переміщення плунжера превентора. До верхньої частини верхнього стержня 3 пригвинчується упор 1, виконаний у формі квадрата. Упор входить у квадратний паз в плунжері превентора і тим самим запобігає провертанню стрілки на нижньому стержні 5 відносно шкали вимірювання на трубці 7. Гайка 2 призначена для центрування верхнього стержня 3 в отворі корпусу превентора. Вона загвинчується спеціальним ключем до збирання превентора. Для ущільнення отвору в корпусі превентора між стержнями 3 і 5 встановлений поршень 4, який складається з серцевини і привулканізованої до неї манжети. Довжина ходу поршня рівна максимальному ходу системи індикації. Стержень підпирається до нижньої частини плунжера превентора за допомогою пружини стиску 8. Верхня частина пружини впирається в поршень, а нижня в шайбу 6. В нижню частину отвору в корпусі превентора вгвинчується трубка 7, яка підтискає шайбу 6. Трубка 7 має повздовжній паз з нанесеною вздовж нього



1 – упор; 2 – гайка; 3 – стержень верхній;
4 – поршень; 5 – стержень нижній;
6 – шайба; 7 – трубка; 8 – пружина

Рисунок 6 – Індикатор переміщення плунжера

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

вимірювальною шкалою. Індикатор може перебувати в 2-х крайніх положеннях:

- в нульовому положенні відносно шкали (при відкритому превенторі);
- в положенні, що відповідає довжині переміщення плунжера (при закритому превенторі).

Отже, найбільш швидкозношуваним елементом універсального превентора є гумово-металевий ущільнювач, тому необхідно постійно слідкувати за його станом. Запропоноване застосування індикатора положення плунжера універсального превентора дозволить непрямим методом слідкувати за спрацюванням ущільнювача в залежності від кількості циклів закриття.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ ГОСТ 13862:2018 Устаткування противикидне. Типові схеми, основні параметри та загальні технічні вимоги до конструкції (ГОСТ 13862-2003, IDT)
2. Ю. Мосора. Надійність противикидного обладнання – важливий чинник підвищення безпеки при спорудженні та освоєнні нафтогазових свердловин / Ю. Мосора, І. Костриба, М. Бембенек // ГЕОТЕХНОЛОГІЇ - 2018. - №1. - 65 – 71 с.
3. Копей Б. В. Аналіз відмов морського противикидного обладнання / Б. В. Копей, Р. В. Іванків, Ю. Р. Мосора // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - 2013. - № 2. - С. 152-158
4. Міронов, Ю. В. Машини та обладнання для буріння нафтових і газових свердловин. Бурові машини і комплекси [Текст] : практикум / Ю. В. Міронов, Т. Л. Романишин.–Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2019. – 124 с.
5. Копей Б.В., Лях М.М. Розрахунок, конструювання, монтаж і експлуатація машин та обладнання для спорудження свердловин / Б. В. Копей, Лях М.М. /Підручник. Серія «Нафтогазове обладнання», том 2 – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2020 –750 с.
6. Орловський В. М., Білецький В. С., Вітрик В. Г., Сіренко В. І. Бурове і технологічне обладнання. Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, НТУ «ХПІ», ТОВ НТП «Бурова техніка», Львів, Видавництво «Новий Світ – 2000», 2021. – 358 с.
7. Костриба І.В., Шостаківський І.І. Гумові технічні вироби в нафтогазовому обладнанні. Навчальний посібник 2013.

Багрій С.М.,

*здобувач освіти КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія і технології»*

Черхавський Б.Р.,

*здобувач освіти КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія і технології»*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИТОКІВ НАФТИ З МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ АВАРІЙ

У нинішній геополітичній ситуації, коли наша країна перебуває у стані військових дій, нафтопроводи набувають надзвичайної важливості як стратегічні об'єкти національної безпеки. Транспортна інфраструктура, зокрема нафтопроводи, є основою економіки і енергетичної стабільності держави, забезпечуючи постачання нафти для промисловості, енергетичного сектору та транспорту. В умовах війни нафтопроводи стають не лише економічними, але й військовими цілями, оскільки їх пошкодження чи знищення може суттєво порушити життєзабезпечення держави, знизити обороноздатність і послабити економіку.

Одним з ефективних підходів для зниження ризиків, пов'язаних з аваріями на нафтопроводах, є застосування математичного моделювання для прогнозування витоків та аварійних ситуацій.

У науковій роботі [1] науковці розглядають основні принципи та методи моделювання гідродинамічних процесів у магістральних нафтопроводах. Вони надають глибокий аналіз теоретичних основ, що дозволяє правильно прогнозувати поведінку потоку в умовах зміни фізичних властивостей нафти та зовнішніх факторів, таких як температура і тиск. Викладені сучасні підходи [2] до моделювання аварійних витоків нафти з урахуванням термодинамічних і гідродинамічних ефектів покликані до практичного застосування моделей для визначення впливу на навколишнє середовище, що є важливим для оцінки потенційної шкоди від аварій. Авторами [3] представлені теоретичні основи гідродинамічних процесів, акцентуючи увагу на специфіці нафтопроводів та їх характеристиках. Розроблені фізичні і математичні моделі дають змогу краще зрозуміти вплив різних факторів на процеси транспортування нафти. Впровадження адаптивних систем прогнозування, що базуються на аналізі реального часу та умов експлуатації трубопроводів [4] детально розглядають застосування статистичних методів для оцінки ймовірності аварій та витоків на трубопроводах.

Ключовим напрямком удосконалення є розвиток гідродинамічних моделей. Існуючі підходи, засновані на рівнянні Бернуллі, демонструють обмежену ефективність при описі нестационарних режимів течії, особливо в умовах раптових змін тиску чи температури. Динаміка в'язкопружних

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

властивостей нафти при зміні температурних умов, а також вплив турбулентних ефектів на параметри витоку залишаються недостатньо дослідженими. Особливу увагу потребує розробка модифікованих варіантів рівнянь течії, які б враховували нелінійні ефекти при великих градієнтах тиску.

Інтеграція статистичних методів, зокрема розподілу Вейбулла, з детермінованими моделями відкриває нові можливості для прогнозування аварій. Однак існує необхідність у розробці більш гнучких підходів до визначення параметрів розподілу, що враховували б специфіку окремих ділянок трубопроводу та їх технічний стан. Комбінація статистичних методів з даними реального часу з систем моніторингу дозволить створювати адаптивні моделі прогнозування. Важливим напрямком майбутніх досліджень є розробка методів кількісної оцінки екологічних наслідків на основі енергетичних характеристик витоку. Перехід від розрахунків енергетичних втрат до прогнозування реальних масштабів забруднення потребує створення нових емпіричних моделей, що враховуватимуть специфіку різних типів екосистем.

Розглянемо приклад розрахунку поширення витоку нафти для нафтопроводу довжиною $L = 145$ км з продуктивністю перекачування $Q_r = 2100 \text{ м}^3/\text{год}$, діаметром $D_3 \times t = 530 \times 8$ мм. Нафта густиною $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$, динамічною в'язкістю $\mu = 0,2 \text{ Па} \cdot \text{с}$ транспортується при температурі 12°C при робочому тиску після регулятора $P = 2,3 \div 5,1 \text{ МПа}$.

Математичне моделювання витоків нафти з даного нафтопроводу є складним науковим завданням, що вимагає інтеграції різних типів моделей з урахуванням фізичних властивостей нафти та її взаємодії з навколишнім середовищем. Такий підхід дозволяє точно визначити фізичну картину витоку нафти і оцінити його екологічні наслідки та створити стратегію для оперативного реагування на аварії. Використаємо початкові і граничні умов для перекачування нафти, а також алгоритму розв'язку системи рівнянь збереження маси та енергії з урахуванням рівняння Бернуллі.

Для математичного моделювання перекачування нафти задаємось початковими умовами, зокрема:

$$v(x, 0) = v_0; T(x, 0) = T_0; C(x, 0) = 0, \quad (1)$$

де $v(x, 0)$ – швидкість потоку в точці x в момент часу $t = 0$; v_0 – початкова швидкість потоку на всіх точках трубопроводу; $T(x, 0)$ – температура в точці x в момент часу $t = 0$; T_0 – початкова температура нафти на всіх точках трубопроводу; $C(x, 0)$ – концентрація нафти в точці x в момент часу $t = 0$.

Граничні умови на вході та виході трубопроводу задаємо через швидкість потоку, тиск та температуру:

$$v(0, t) = v_{\text{вхід}}, p(0, t) = p_{\text{вхід}}, T(0, t) = T_{\text{вхід}}, \quad (2)$$

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

де $v(0, t)$ – швидкість потоку на вході в трубопровід у момент часу t ; $p(0, t)$ – тиск на вході в трубопровід у момент часу t ; $T(0, t)$ – температура на вході в трубопровід у момент часу t ; $v_{\text{вхід}}$, $p_{\text{вхід}}$, $T_{\text{вхід}}$ – відомі значення швидкості, тиску та температури на вході у трубопровід.

На виході з трубопроводу тиск та температуру визначаємо через зв'язок з атмосферними умовами чи іншими процесами:

$$v(L, t) = v_{\text{вихід}}, p(L, t) = p_{\text{вихід}}, T(L, t) = T_{\text{вихід}}, \quad (3)$$

де $v(L, t)$ – швидкість потоку на вході в трубопровід у момент часу t ; $p(L, t)$ – тиск на вході в трубопровід у момент часу t ; $T(L, t)$ – температура на вході в трубопровід у момент часу t ; $v_{\text{вихід}}$, $p_{\text{вихід}}$, $T_{\text{вихід}}$ – відомі значення швидкості, тиску та температури на вході в трубопровід.

Розв'язок системи рівнянь збереження маси та енергії для перекачування нафти через магістральний нафтопровід передбачає чисельне інтегрування рівнянь з урахуванням початкових і граничних умов. Для цього використовуємо метод чисельного розв'язку скінченних різниць з метою розв'язування такої системи рівнянь збереження маси і енергії, а також інтегрованого математичного виразу рівняння Бернуллі.

Математичний вираз збереження маси для рідини представляємо у такому вигляді:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0, \quad (4)$$

де ρ - щільність нафти, $\vec{v}$ – швидкість потоку.

Рівняння збереження енергії для нафти застосовуємо як:

$$\frac{\partial E}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{v}(E + p)) = 0, \quad (5)$$

де E - енергія одиниці об'єму; p - тиск.

Це рівняння описує передачу тепла та енергії у процесі перекачування нафти, включаючи зміни температури та теплові втрати.

Рівняння Бернуллі описує закон збереження енергії для потоку рідини вздовж потоку та може бути використане для моделювання витоків через пошкодження трубопроводу. Рівняння виглядає так:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{const}, \quad (6)$$

де: p — тиск у трубопроводі; ρ — щільність нафти; v — швидкість потоку; g — прискорення вільного падіння; h — висота нафтопроводу; const — стала величина, яка визначається умовами на вході трубопроводу та величиною витoku.

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Для витоку нафти через тріщину у трубопроводі, рівняння Бернуллі набуває вигляду:

$$p_{\text{вихід}} + \frac{1}{2}\rho v_{\text{вихід}}^2 = p_{\text{вхід}} + \frac{1}{2}\rho v_{\text{вхід}}^2 + \Delta E, \quad (7)$$

де: $p_{\text{вихід}}, p_{\text{вхід}}$ — тиск в точці входу та виходу витоку; $v_{\text{вихід}}, v_{\text{вхід}}$ — швидкість потоку в точці входу та виходу витоку; ΔE — енергія, яка втрачена через витік (включає втрату тиску через пошкодження труби, а також термодинамічні втрати).

З формули Бернуллі можна виразити швидкість витоку нафти через отвір у трубопроводі. Вихідна швидкість витоку може бути розрахована за допомогою такої формули:

$$v_{\text{виток}} = C_d \sqrt{\frac{2(p_{\text{вхід}} - p_{\text{вихід}})}{\rho}}, \quad (8)$$

де: C_d — коефіцієнт витоку (який залежить від розміру і форми отвору); $p_{\text{вхід}}$ — тиск в трубопроводі перед витоком; $p_{\text{вихід}}$ — атмосферний тиск або тиск на виході з трубопроводу; ρ — густина нафти.

Енергетичні втрати розраховуємо як кінетична енергія нафти, що витікає

$$E_{\text{втрати}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{вит}}^2, \quad (9)$$

де m — масова витрата нафти, яка обчислюється за формулою

$$m = \frac{Q_{\text{вит}} \cdot \rho}{3600}. \quad (10)$$

За даною методологією математичного моделювання аварійних витоків отримані результати зведені у таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків

Робочий тиск у нафтопроводі $P_{\text{вхід}}$, МПа	Діаметр отвору d , мм	Швидкість витоку v , м/с	Витрата витоку $Q_{\text{вит}}$, м ³ /год	Втрати тиску ΔP , кПа	Енергетичні втрати $E_{\text{втр}}$, кВт
2,3	10	23,15	6,55	2198,7	1,70
	20	21,80	24,70	1950,0	5,95
	50	18,10	128,50	1350,0	24,90
3,7	10	29,41	8,32	3598,67	2,90
	20	27,50	31,20	3150,00	10,20
	50	23,00	203,0	2200,00	43,50
5,1	10	34,31	9,71	4998,67	4,20
	20	32,00	36,30	4350,00	14,80
	50	26,50	265,00	3000,0	68,00

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Розподіл Вейбулла є доволі поширеним з точки зору моделювання часу до настання події (наприклад, до аварії або пошкодження лінійної частини. Він характеризується такими параметрами: параметр форми β обумовлює характер розподілу, тобто, чи буде подія більш ймовірною на початку, в середині чи в кінці часу і очікуваний фактор масштабування λ характеризує середнє значення часу до події (наприклад, до аварії).

Функція густини ймовірності для розподілу Вейбулла описується таким чином:

$$f(t; \lambda, \beta) = \frac{\beta}{\lambda} \frac{t^{\beta-1}}{\lambda} e^{-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^\beta}, \quad t \geq 0 \quad (11)$$

де

t - час до аварії, $\lambda > 0$ - параметр масштабу, $\beta > 0$ - параметр форми.

Прогнозування ймовірності аварії за допомогою функції розподілу Вейбулла можна обчислити ймовірність того, що аварія станеться у певний момент часу t . Це можна зробити, використовуючи функцію розподілу ймовірностей

$$F(t; \lambda, \beta) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^\beta}. \quad (12)$$

Ця функція дає ймовірність того, що аварія станеться до моменту часу t . Застосування розподілу Вейбулла можна інтегрувати у математичну модель поширення витоків нафти через розрахунок ймовірності аварії для кожного кроку часу в залежності від поточного стану нафтопроводу або визначати ймовірність витoku та аварії на основі поточних умов (тиск, швидкість потоку, температура), а також на основі даних щодо пошкоджень і витоків. Прогнозування аварій можна використовувати для коригування параметрів моделі та підвищення точності прогнозування. Для наведеного прикладу лінійної частини нафтопроводу розрахуємо ймовірність аварії на основі даних і розподілу Вейбулла. Припустимо, що за 10 років експлуатації нафтопроводу було зафіксовано кілька аварій і на основі зібраних даних ми оцінили параметри розподілу Вейбулла: $\lambda = 10000$ год. та $\beta = 1,5$. Для того, щоб обчислити ймовірність аварії через 2000 годин скористаємось функцією розподілу Вейбулла:

$$F(2000; 10000, 1.5) = 1 - e^{-(2000/10000)^{1.5}} \approx 0,223.$$

Розрахунки, проведені для різних діаметрів отвору та робочих тисків, показали, що збільшення діаметра отвору та робочого тиску суттєво підвищує швидкість витoku та енергетичні втрати. Наприклад, при робочому тиску 2,3 МПа для діаметра отвору 50 мм швидкість витoku становить 18,1 м/с, а енергетичні втрати досягають 24,9 кВт.

Для прогнозування ймовірності аварії був застосований розподіл Вейбулла. При параметрах $\lambda = 10000$ год та $\beta = 1,5$, ймовірність аварії нафтопроводу через 2000 годин (приблизно 83 дні) становить 22,3%. Це дозволяє оцінити ризики та своєчасно коригувати параметри моделі для запобігання аваріям.

Список використаних джерел:

1. Шурігін В. І., Карабин В. В. Математичні моделі для прогнозування наслідків аварійного виливу нафти у річкові системи (на прикладі терористичного акту на нафтопроводах) / В. І. Шурігін, В. В. Карабин. – Київ: Університет Драгоманова, 2023. – С. 301–304.
2. Степова О. В., Степовий Є. Б., Адамський М. Моделювання ризиків безпечної експлуатації нафтопроводів / О. В. Степова, Є. Б. Степовий, М. Адамський. - Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. – 58 с.
3. Кривенко Г. М., Возняк М. П., Возняк Л. В. Використання адаптаційної моделі для аналізу параметрів безпечного функціонування нафтопроводів / Г. М. Кривенко, М. П. Возняк, Л. В. Возняк. – Івано-Франківськ: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 2012. – С. 96 – 101.
4. Оразбаєв Б., Молдешева З., Оразбаєва К., Махатова В., Курмангазієва Л., Габдулова А. Розробка математичних моделей та оптимізація режимів роботи станції підігріву нафти магістральних нафтопроводів в умовах нечіткості вихідної інформації / Б. Оразбаєв, З. Молдешева, К. Оразбаєва, В. Махатова, Л. Курмангазієва, А. Габдулова // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – Т. 6, № 2 (114). – С. 147–162.

Людмила МОЙШЕВИЧ,

*викладач циклової комісії нафтогазової інженерії та технології
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Наталія ЗУБКО,

*викладач циклової комісії нафтогазової інженерії та технології
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м. Дрогобич, Україна*

**ВИКОРИСТАННЯ СНАББІНГОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК
ЕФЕКТИВНА АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНОМУ РЕМОНТУ
СВЕРДЛОВИН**

Застосування робочих розчинів під час проведення робіт зі збереження природних фільтраційно-ємнісних властивостей колекторів продуктивних пластів та запобігання ускладнень при проведенні ремонтних робіт, вторинному відкритті пластів, заміні НКТ після ГРП, ревізії НКТ призводить до

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

поглинання продуктивними горизонтами великих об'ємів рідин глушіння, що погіршує їх фільтраційно-ємнісні властивості. Внаслідок цього свердловина втрачає свою продуктивність частково, а нерідко й повністю, і відновити її не вдається.

Ремонт та освоєння свердловин за класичними технологіями із глушінням продуктивного пласта є довготривалим, потребує складного комплексу обладнання, значних витрат часу, праці і коштів. Їх головним недоліком є висока ймовірність колюматації порового простору продуктивного пласта з усіма наступними наслідками. А також не завжди вдається отримати позитивний результат проведених робіт.

Снаббінг вважається високотехнологічним методом ремонту свердловин. Ця технологія дозволяє мінімізувати негативні наслідки для покладів вуглеводнів, які, як правило, спричинені глушінням свердловини при традиційному ремонті.

Снаббінг — проведення капітального ремонту свердловин без глушіння, зокрема, опускання труб під тиском, примусове спускання-піднімання труб під тиском, спуск під тиском (інструменту в свердловину), спуск труб в свердловину під високим тиском. У загальному розумінні «снаббінг» — робота під тиском. Його застосовують у різних ситуаціях:

- При необхідності проведення ремонту свердловин, що знаходяться під високим тиском;

- При ремонті свердловин з високим вмістом сірководню або вуглекислого газу;

- При ремонті свердловин з відкладеннями парафіну або солей;

- При відновленні свердловин після аварій.

Застосування снаббінгових технологій має як свої переваги, так і недоліки, в порівнянні з традиційним ремонтом свердловин.

Переваги:

- відпадає необхідність у глушінні свердловини, тим самим зменшуючи вплив на продуктивний пласт;

- швидкий монтаж;

- збереження проникності розкритих продуктивних горизонтів (відсутність повторної колюматації привибійної зони продуктивних пластів фільтратом промивальної рідини);

- економія часу та матеріальних витрат (відсутні втрати у видобутку вуглеводнів, відсутні втрати часу на монтаж та демонтаж верстату, у порівнянні з колтубінгом є можливість обертання колони НКТ під тиском);

- високе співвідношення між потужністю установки та відношенням до її розміру;

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

- компактність, що є незамінною на шельфових платформах;
- депресійні роботи, тобто роботи на знижених вибірних тисках при постійному притоку флюїду;

- екологічно безпечно (мінімальний вплив на навколишнє середовище, відсутність розливів розчину, мастил).

Недоліки технології снаббінгу :

- мала швидкість при спуско-підйомних операціях;
- неможливість створення ударних навантажень, які необхідні при багатьох ловильних (аварійних) роботах;
- порівняно велике обмеження використання "нестандартних" компоновок з різними зовнішніми діаметрами.

На даний час іноземними компаніями освоєно чисельну номенклатуру снаббінгових установок з широким діапазоном технічних параметрів та різної комплектації. До таких компаній відносяться Balance Point Control B.V. (Нідерланди), Hulliburton, International Snubbing Services, National Oilwell Varco (США), Snubco Pressure Control, Snubbertech (Канада).

Параметри установок:

- Зусилля на підйом: 410—2270 кН.
- Зусилля примусового спуску: 230—1150 кН.
- Довжина ходу гідроциліндрів : 1800-3500 мм.
- Діаметри труб: 42—114 мм.
- Тиск на гирлі: 14; 21; 35; 70; 105 МПа.

Проблемні задачі розроблення та впровадження обладнання для ремонту свердловин під тиском:

- створення гідроприводного спуско-підйомного комплексу;
- розроблення новітнього устьового обладнання для герметизації трубних колон;
- розроблення системи керування обладнанням снаббінгової установки;
- адаптація конструкції фонтанної арматури до вимог застосування снаббінгових технологій;
- розроблення свердловинних трубних герметизуючи пристроїв;
- створення нормативної бази для робіт у свердловинах під тиском;
- формування без пекових заходів і відповідних технічних засобів;
- навчання та серифікація технічного персоналу.

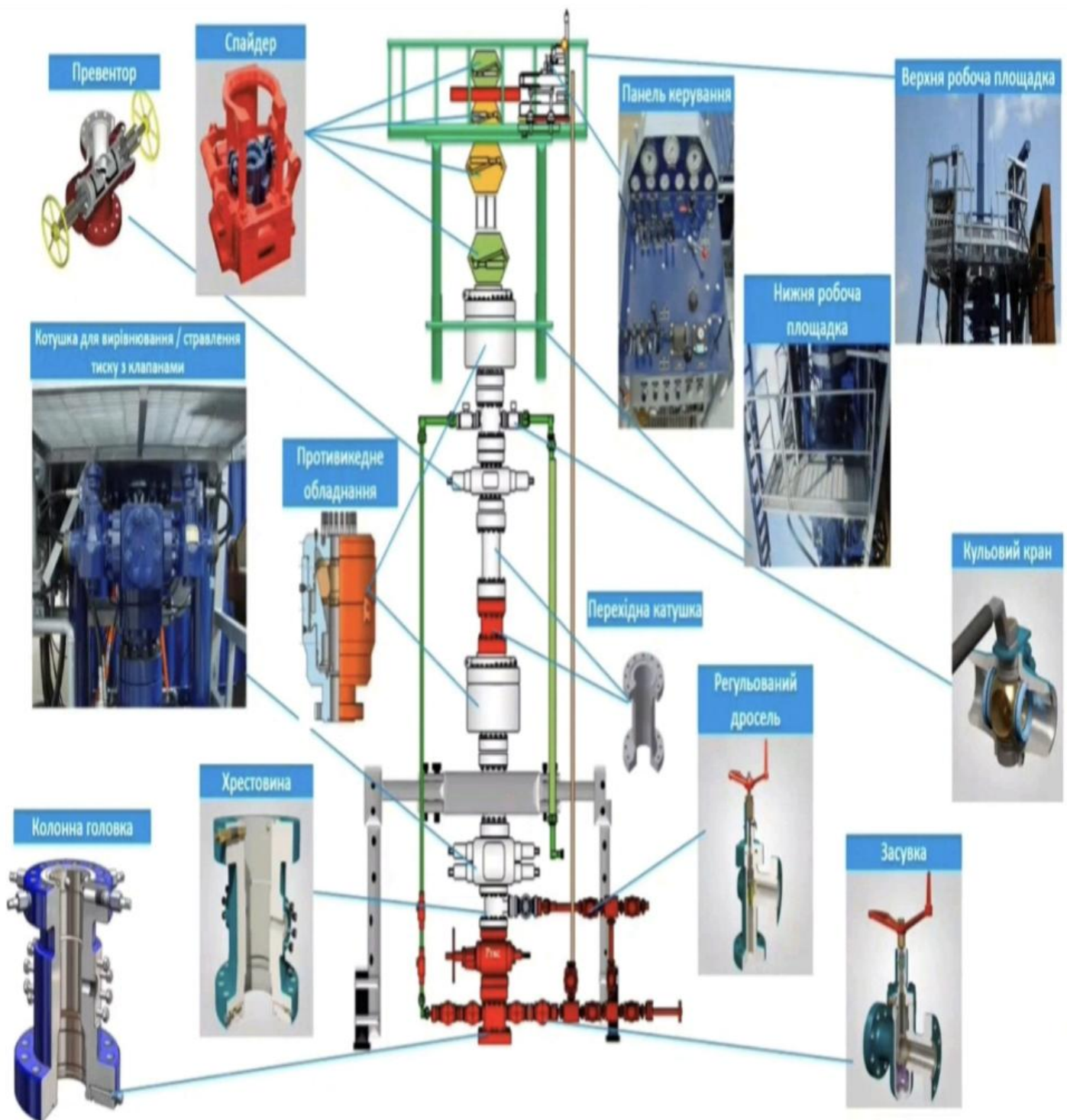


Рисунок 1- Основні вузли та елементи снаббінгової установки

Снаббінгові технології є ефективною альтернативою традиційним методам ремонту свердловин, особливо в умовах високого тиску, агресивного середовища та потреби у мінімальному втручанні в продуктивний пласт. Їх впровадження дозволяє знизити екологічне навантаження, уникнути витрат на глушіння, а також забезпечити більш стабільну роботу свердловин у довготривалій перспективі.

Список використаних джерел:

1. Осіпов В.В., Бондаренко В.І. Технологія ремонту свердловин. — К.: Наукова думка, 2018.
2. Petrowiki.org. Snubbing operations.
URL: https://petrowiki.spe.org/Snubbing_operations
3. Balance Point Control B.V. Official Site.
URL: <https://www.balancepointcontrol.com>
4. National Oilwell Varco. Snubbing Units and Services.
URL: <https://www.nov.com>
5. Мащенко М.А. Основи технологій капітального ремонту свердловин. — Полтава: ПНТУ, 2020.

Євген СТАВИЧНИЙ

*к. т. н., начальник служби закінчення та випробування свердловин
департаменту буріння ПАТ «Укрнафта»
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Ярослав ФЕМ'ЯК,

*д. т. н., професор, професор кафедри буріння свердловин
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Олег ВИТЯЗЬ,

*д. т. н., професор, професор кафедри буріння свердловин
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Остап ФЕДИК,

*керівник навчально-консультаційного пункту Івано-Франківського
національного технічного університету нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Василь ФЕМ'ЯК,

*аспірант кафедри буріння свердловин
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

**ДОСВІД УСПІШНОГО БУРІННЯ ТА ЗАКІНЧУВАННЯ СВЕРДЛОВИН
НА ПРИКЛАДІ ВЕРХНЬОМАСЛОВЕЦЬКОГО РОДОВИЩА ПАТ
«УКРНАФТА»**

Тривалий та активний видобуток вуглеводнів спричинив перехід значної кількості родовищ нафти і газу на завершальну стадію розробки. Як наслідок

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

видобування вуглеводнів в таких умовах потребує перегляду застосовуваних технологічних процесів на усіх етапах життєвого циклу свердловини.

ПАТ «Укрнафта», як найбільша нафтовидобувна компанія України володіє ліцензіями на видобуток нафти і газу на 85 родовищах. Серед них – Верхньомасловецьке нафтове родовище, яке відкрите у 2001 р., знаходиться на території Львівської області на віддалі близько 10 км на південний схід від міста Борислава. На даний час, дане родовище відноситься до категорії родовищ з важковидобувними запасами за ступенем вироблення початкових видобувних запасів нафти у менілітових відкладах, що становить близько 97 % (значно більше 80 %) та за наявністю колекторів, у яких розміщені запаси вуглеводневої сировини, є низькопроникними (менше $0,05 \text{ мкм}^2$ для нафти). В таких умовах повинні бути проаналізовані основні ризики, що можуть виникати як на етапі проектування свердловини, так і під час споруджування та подальшої експлуатації.

У тектонічному відношенні родовище приурочено до двох структурно-тектонічних одиниць: Скибової зони та Проміжного ярусу. Скибова зона в межах родовища представлена Південно-Попельською та Попельською лусками Орівської скиби; Проміжний ярус – Верхньомасловецькою та Південно-Масловецькою антиклінальними складками.

В геоморфологічному відношенні територія Верхньомасловецького родовища приурочена до Зовнішніх Карпат, до району низькогірського рельєфу крайових хребтів і Верхньодністровських Бескид. З південного заходу територія родовища межує з хребтами Карпатської гірської системи, тому на цій частині перевищення рельєфу над рівнем моря досягає $800 \div 900 \text{ м}$. На північному сході перевищення над рівнем моря становить $500 \div 600 \text{ м}$.

Нафтогазоносність та перспективність родовища пов'язувалась із відкладами Попельської луски та з відкладами Верхньомасловецької складки. Верхньомасловецька складка Проміжного ярусу та Орівська скиба поперечними тектонічними порушеннями розділені на окремі блоки – Бориславський, Помярківський та Іваніківський. В межах Бориславського блоку виділено західну, центральну, східну ділянки, які, в свою чергу, розділені на менші елементи – ділянки. Просторове розміщення тектонічних порушень Орівської скиби в плані співпадає із положенням розломів Проміжного ярусу.

Розробку відкладів менілітової світи розпочато у 2002 р. пробуреною розвідувальною свердловиною 1-Верхньомасловецька, а відкладів стрийської світи – реліквідованою свердловиною 25-Новосхідницька.

Необхідно зазначити, що Верхньомасловецьке нафтове родовище частково знаходиться в межах східної частини третього поясу зони санітарної охорони Східницького родовища мінеральних вод «Нафтуса». Споруджування

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

проектних свердловин в межах III зони санітарно-захисного округу лікувально-бальнеологічного курорту «Східниця» і їх будівництво можливе за умови дотримання вимог відповідних статей Закону України «Про курорти». Крім того на території Верхньомасловецького родовища знаходиться частина території національного природного парку «Сколівські Бескиди».

За період з 2005 по 2020 роки на Верхньомасловецькому родовищі в межах центральної ділянки Бориславського блоку пробурено вісім свердловин: 2, 31, 30, 21, 10, 100, 101 та 102, причому свердловини 100 та 101 споруджено як горизонтальні. Свердловина 2 експлуатує поклад у відкладах стрийської світи Попельської луски Орівської скиби, решта – поклади у відкладах менілітової світи Верхньомасловецької складки проміжного ярусу. Важливою умовою успішного споруджування свердловин на Верхньомасловецькому родовищі є забезпечення необхідних параметрів бурової промивальної рідини (БПР) при розкритті складного розрізу, зокрема стрийських і менілітових відкладів.

Під час спорудження зазначених свердловин зафіксовано ряд технологічних інцидентів, пов'язаних з проблематикою цілісності стовбура та поглинанням технологічних рідин. Зокрема, під час буріння свердловини 101 Верхньомасловецького родовища при вибої 1357 м спостерігалось ускладнення, спричинене порушенням стійкості стінок свердловини. Основна причина виникнення ускладнення – розкриття стрийських і менілітових відкладів Верхньомасловецької складки проміжного ярусу, які представлені піщано-аргілітистими фаціями, схильними до осипів та обвалів при невідповідності параметрів бурового розчину гірничо-геологічним умовам. Внаслідок ускладнення свердловину пробурено другим стовбуром в інтервалі 1054 ÷ 1575 м [1].

За результатами цифрового моделювання Верхньомасловецького родовища з метою оптимізації системи його розробки передбачено ущільнення сітки свердловин (рис. 1).

Першочергові свердловини запроектовано з метою розвідки перспективного горизонту бистрицьких відкладів у межах центральної частини Бориславського блоку Верхньомасловецької складки.

Конструкції свердловин розроблено згідно з діючими нормативними документами з урахуванням гірничо-геологічних умов проходки свердловин на даному родовищі, економічних міркувань, природоохоронних вимог, а також врахування наявного досвіду буріння свердловин в аналогічних умовах. При цьому конструкцію адаптовано до вимог стандарту американського нафтового інституту, що дозволяє використовувати широкий спектр світового нафтогазового обладнання, а також забезпечує можливість, при потребі, здійснювати забурювання бокових стовбурів [1].

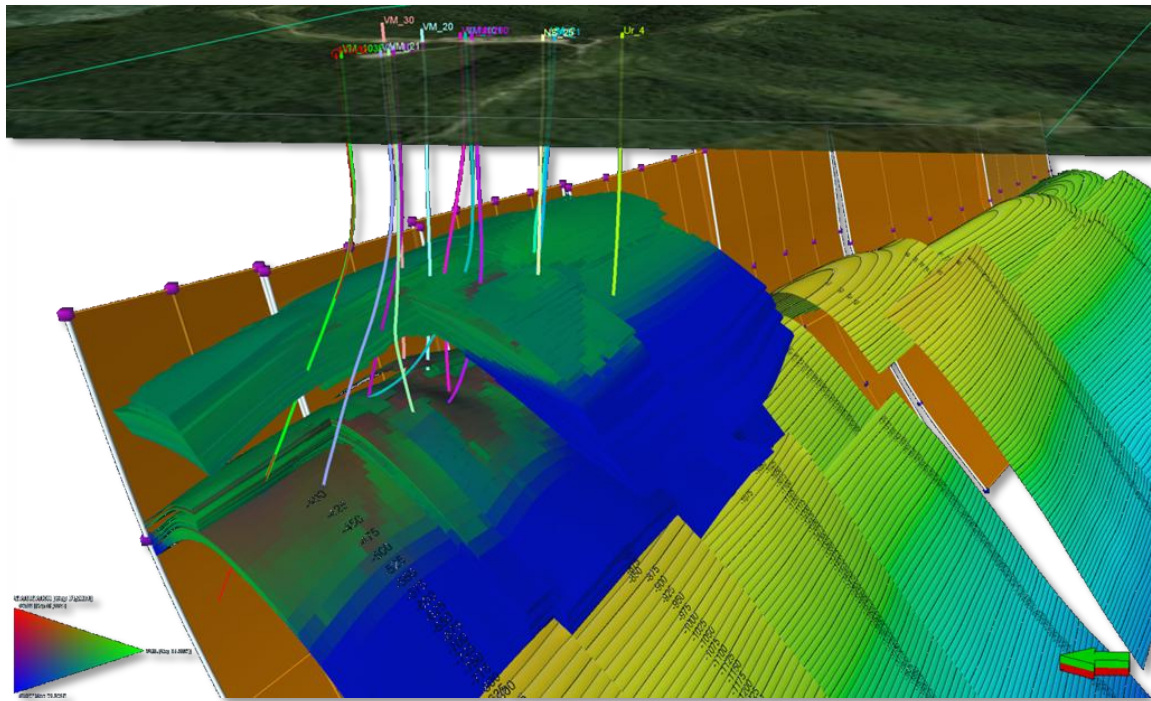


Рисунок 1 - Зображення цифрової моделі розбурювання родовища

Свердловину 102 пробурено за «J» подібним профілем з розкриттям менілітових відкладів Бориславського пісковика. Поглиблення під експлуатаційну колону здійснювали на біополімерному буровому розчині типу GLYDRIL «Shlumberger». Зазначений розчин забезпечив стійкість стовбура. Проте розкриття високодренованих менілітових відкладів з аномально-низьким пластовим тиском спричинило поглинання бурового розчину. Загальний об'єм поглинутого бурового розчину склав приблизно 171 м³ [1].

Таким чином можна констатувати, що гірничо-геологічні особливості розрізу на даному родовищі вимагають особливої уваги до вибору та реалізації технології буріння та закінчування споруджуваних свердловин.

Для успішного вирішення задач споруджування свердловини в умовах Верхньомасловецького родовища запропоновано технологічні рішення в частині оптимізації траєкторії стовбура, а також методів і засобів первинного розкриття та кріплення.

Останньою зі споруджених свердловин на родовищі була свердловина 103-Верхньомасловецька. На рис. 2 зображено фактичну її конструкцію. Свердловину пробурено за «J» подібним профілем (рис. 3). При вибої 1455 м глибина по вертикалі складає 1284 м при максимальному значенні зенітного кута 38° із загальним відходом свердловини близько 570 м. Усі необхідні технологічні розрахунки реалізовано застосуванням програмного продукту «WellPlan Landmark» компанії «Halliburton».

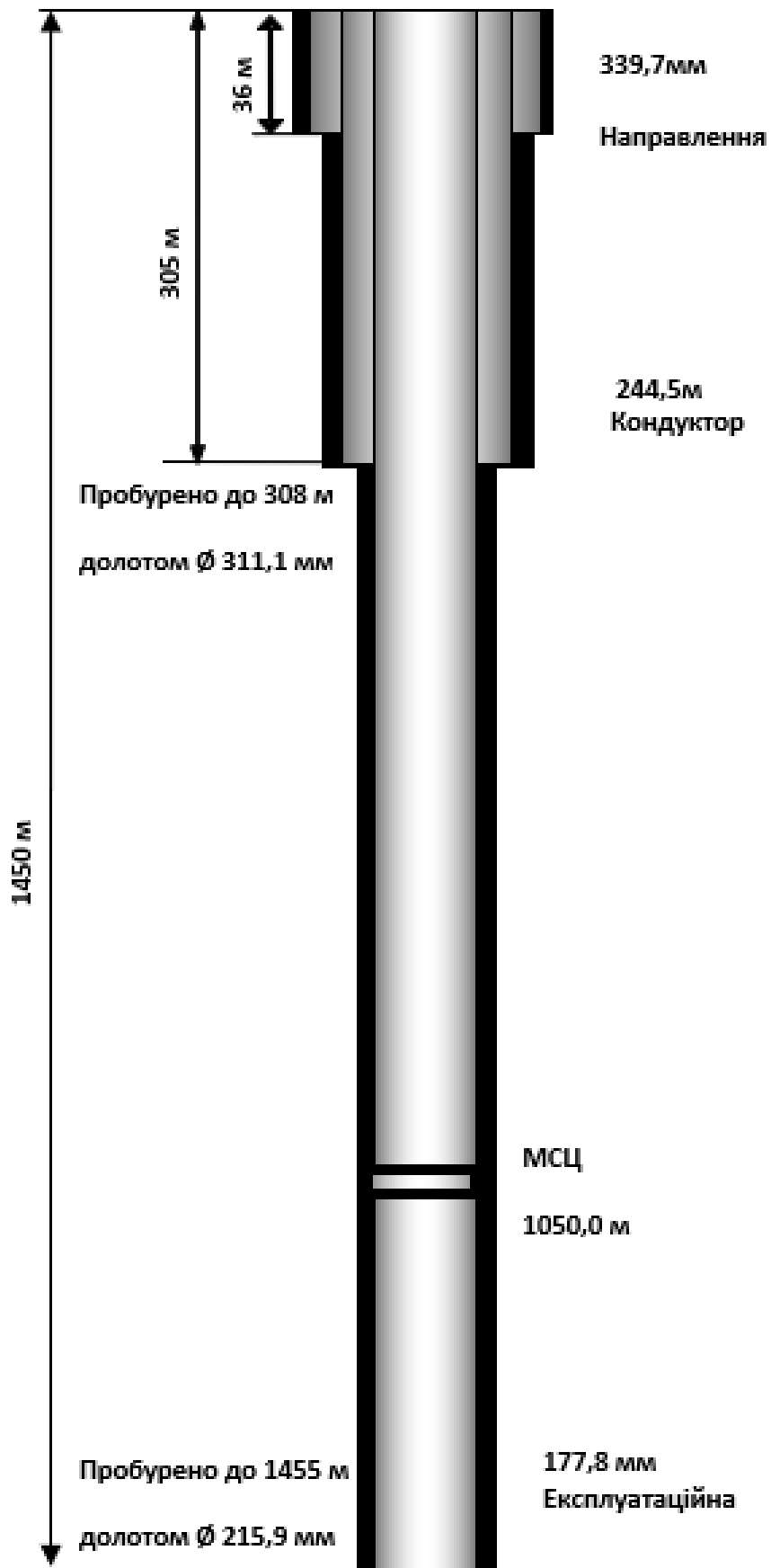


Рисунок 2 - Конструкція свердловини 103 Верхньомасловецького родовища

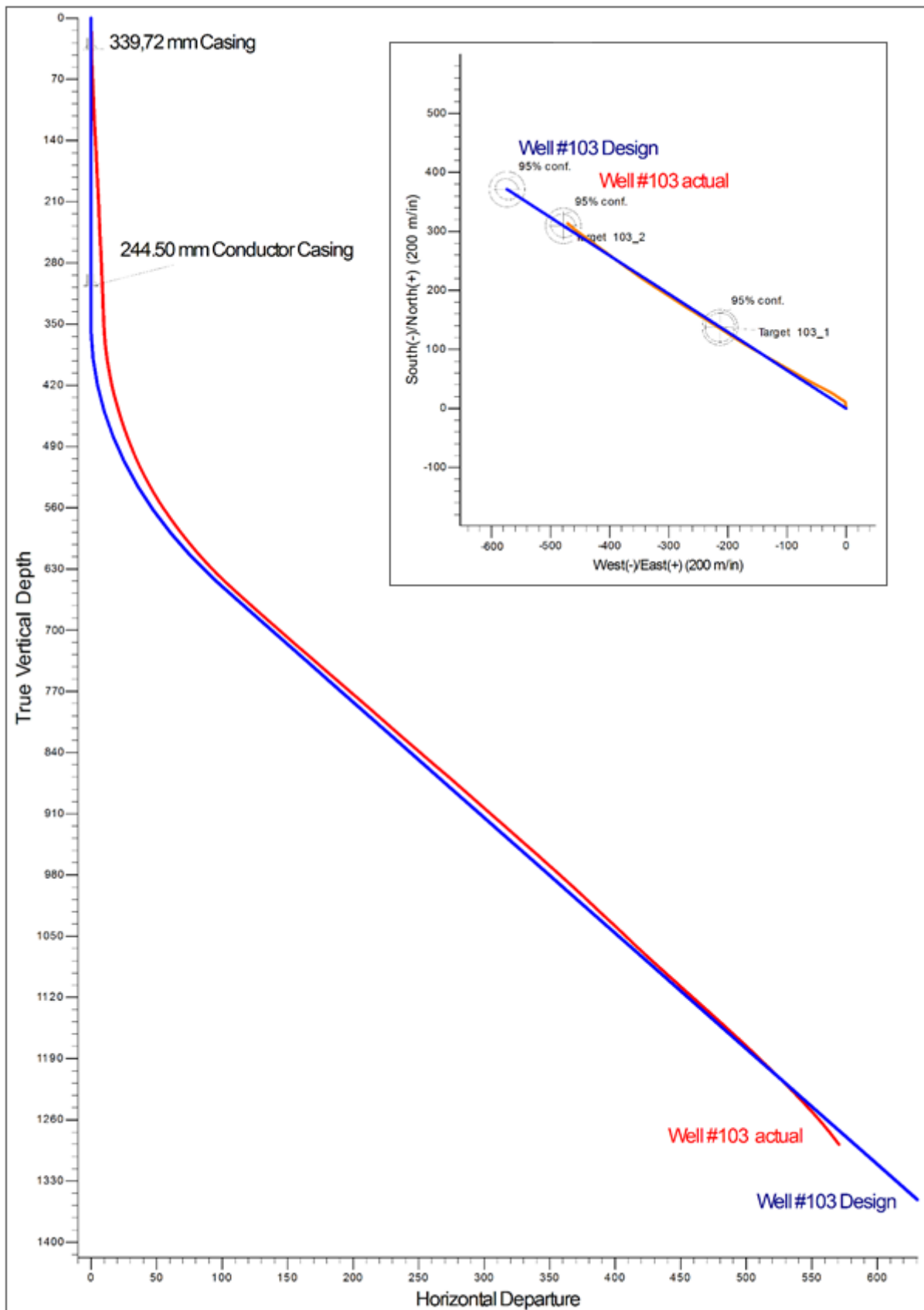


Рисунок 3 - Фактична траєкторія стовбура свердловини 103 Верхньомасловецького родовища

Поглиблення свердловини з-під кондуктора здійснювали на безглинистій біополімерній системі «GLYDRIL» компанії «Shlumberger» (табл. 1).

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Таблиця 1 - Параметри бурової промивальної рідини GLYDRIL

№ п/п	Параметри бурового розчину	Значення параметрів з програми M-I SWACO	Вибій 1121 м	Вибій 1375 м	Вибій 1455 м
1	Густина, кг/м ³	1130 – 1150	1160	1150	1150
2	Умовна в'язкість (Воронка Марша), с	60 – 90	110	84	92
3	СНЗ (GEL) через 10 с/1 хв/10 хв, дПа (Ofite 800)	20 – 60/ – / 50 – 120	67/72/86	62/72/82	76/76/100
4	Показник фільтрації АНІ за 30 хв, см ³	≤ 5	4,2	4,2	4
5	Показник фільтрації НТНР за 30 хв, см ³	–	–	–	–
6	Товщина фільтраційної кірки, мм	≤ 0,5	0,5	0,5	0,5
7	Коефіцієнт тертя кірки	–	0,0696	–	0,18
8	Водневий показник розчину, рН	8,5 ÷ 10	11,88	9,2	9,49
9	Загальна мінералізація, %	–	8,74	7,73	8,1
10	Концентрація іонів кальцію, мг/л	–	150	150	150,3
11	Концентрація іонів магнію, мг/л	–	0	30	0
12	Вміст колоїдної фази, % / МВТ кг/м ³	– / ≤ 20	0,495/10,65	0,56/11,8	0,594/12,78
13	Концентрація гідроксильних іонів ОН, мг/л	–	0	0	0
14	Концентрація карбонатних іонів CO ₃ ⁻² , мг/л	–	180	0	0
15	Концентрація бікарбонатних іонів HCO ₃ ⁻ , мг/л	–	1037	2074	2135
16	Вміст змащувальної домішки, %	≥ 2	2	1	2
17	Вміст твердої фази по реторті, %	–	8	7	10
18	Вміст піску, %	≤ 0,5	0,2	–	–
19	Вміст хлориду калію, %	≥ 6,0	7,9	6,8	7,2
20	Пластична в'язкість, (t, °С 20/40), мПа·с	15 ÷ 30	37/27	27/37	33/29
21	Динамічне напруження зсуву, (t °С 20/40) дПа	70 ÷ 180	244/240	220,8/124,8	307/259
22	3RPM (t °С 20/40)	–	12/11	10/10	16
23	6 RPM (t °С 20/40)	–	15/12	12/13	21
24	LSYP (t °С 20/40): в інтервалі 650 – 1629 м	8,5 ÷ 10,2	9/10	8/7	11
25	Показник стабільності, кг/м ³	–	0	0	0
26	Показник седиментації, %	–	0	0	0
27	Показник нелінійності (t °С 20/40)	–	0,472/0,4586	0,46/0,48	0,4/0,45
28	Міра консистенції, Па · с ⁿ	–	2,186/1,996	1,88/1,6	3,711/2,319

Зазначена бурова промивальна рідина має достатньо високі інгібуючі, добрі фільтраційні, структурно-реологічні, триботехнічні властивості та відповідає вимогам забезпечення якісного розкриття продуктивних пластів.

Зазначене підтверджують результати оцінки впливу на зміну проникності порід-

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

колекторів. Для досліджень застосовано взірець кернавого матеріалу відповідно до табл. 2.

Таблиця 2 - Характеристики кернавого матеріалу

Номер керна	Діаметр, см	Довжина, см	Об'єм, см ³	Пористість, %	Проникність, мкм ² × 10 ⁻³
18105	2,66	5,63	31,2	13,7	6,03

Дослідження проведено у змодельованих пластових умовах:

- тиск гідравлічного обтискування керна – 10 МПа;
- температура робочої зони – 40 °С;
- перепад робочого тиску на керні – 1,4 МПа.

Бурову промивальну рідину прокачували через керн впродовж 3 год. Об'єм фільтрату при цьому склав 2,2 см³. Кірка, намита на робочому торці керна, сірого кольору, полімерна, малої міцності, товщиною 2 мм.

Відновлення проникності керна становило $\beta = 81$ % після прокачування 20 порових об'ємів вуглеводневої рідини протягом 48 хв. Швидкість фільтрації коливалась в межах від 0,026 см/с до 0,043 см/с.

Для визначення глибини кольматації застосували метод зрізу робочого торця керна на 1 мм. Відновлення проникності керна після цього збільшилось до значення 96 % після прокачування вуглеводневої рідини в кількості, рівній 20 порових об'ємів протягом 41 хв. Швидкість фільтрації стабілізувалась на значенні 0,046 см/с. Дослідженнями доказано, що буровий розчин забезпечує екранування пристовбурної зони, яке усувається шляхом механічного деблокування.

Водночас, гірничо-геологічні умови вплинули на процес поглиблення свердловини. При глибині вибою 1374 м зафіксовано поглинання бурового розчину, пов'язане з розкриттям Бориславського пісковика з аномально-низьким пластовим тиском. Ліквідувати ускладнення вдалось шляхом насичення бурового розчину максимальною концентрацією антипоглинальних наповнювачів. Подальше поглиблення свердловини проведено роторною КНБК з частковими поглинаннями. Загалом, до глибини 1455 м поглинуто близько 77 м³ бурової промивальної рідини, що створило виклики до технологічного процесу цементування експлуатаційної колони, основним завданням якого є надійне розмежування флюїдонасичених горизонтів і формування довговічного експлуатаційного каналу для видобування вуглеводнів.

Цементування направлення і кондуктора здійснено тампонажним розчином на основі армованого волокнами тампонажного матеріалу YNG-Cem-C50 Fiber, що характеризується покращеними пружно-деформаційними властивостями цементного каменю.

Для цементування експлуатаційної колони застосовано спроектовані з урахуванням інноваційного принципу «тандему технологій», стабілізовані тампонажні суміші з ефектом розширення YNG-Cem-EA50-LF, YNG-Cem-

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

EALW-LF та стабілізовану буферну суміш з підвищеними відмиваючими та розділяючими властивостями YNG-Cem-DSM. Зазначені матеріали характеризуються високою стабільністю, мінімальними фільтраційними показниками, а також керованістю поверхневого натягу фільтрату дисперсійного середовища, що практично нівелює потенційно негативний вплив кріплення на колекторські властивості продуктивних пластів. Усі зазначені матеріали містили протипоглинаючі добавки в комбінації трьох типів мікрОВОлокон: ефірів целюлози, базальтового та поліпропіленового.

За результатами лабораторних тестувань встановлено їх повну відповідність нормативним вимогам [2] та умовам кріплення свердловини.

Умови тестувань тампонажних матеріалів для кріплення експлуатаційної колони наведено на рис. 4 – 6 і в табл. 3 – 4. Зокрема для нижньої ступені модельований час операцій цементування становив 3 год. 35 хв та передбачав 30 хв. технологічну зупинку для відкриття промивальних отворів в муфті ступеневого цементування. Для верхньої ступені при різних типах тампонажних матеріалів модельований час операцій цементування становив відповідно 2 год. 35 хв. та 2 год. 10 хв.

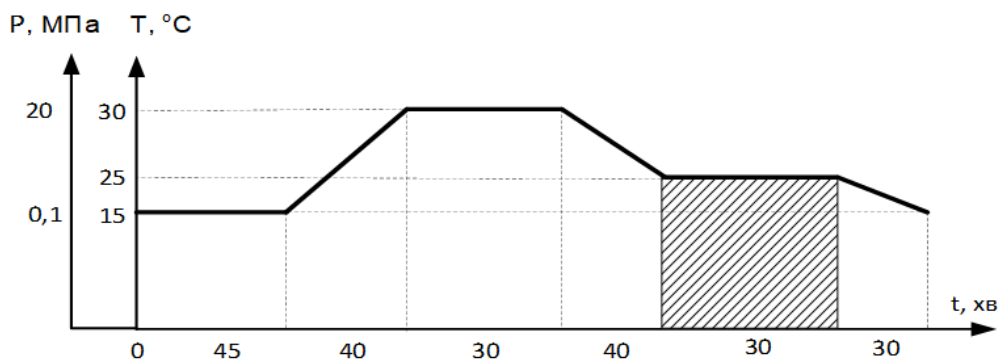


Рисунок 4 - Графік термобаричних і технологічних умов випробувань тампонажного розчину на основі YNG-Cem-EA50LF для цементування нижньої ступені 177,8 мм експлуатаційної колони у свердловині 103-Верхньомасловецька

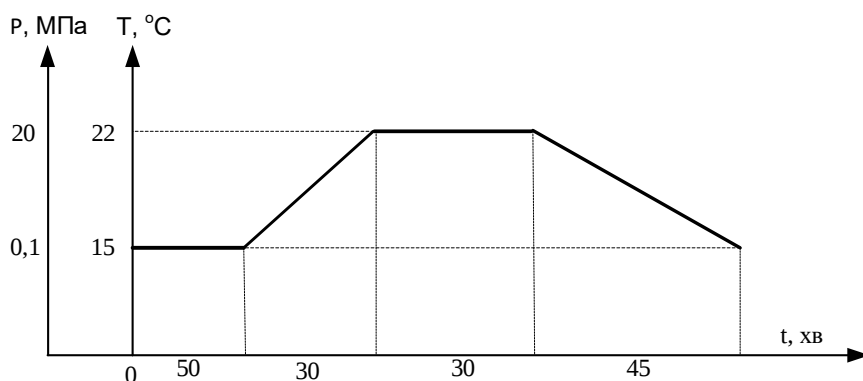


Рисунок 5 - Графік термобаричних і технологічних умов випробувань першої порції тампонажного розчину на основі YNG-Cem-EALW-LF для цементування верхньої ступені 177,8 мм експлуатаційної колони в свердловині 103-Верхньомасловецька

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

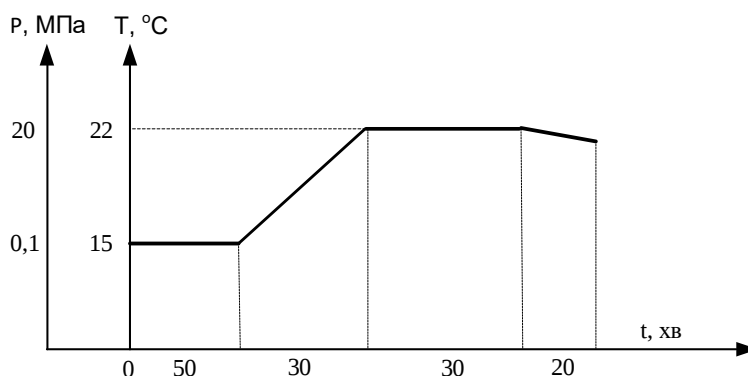


Рисунок 6 - Графік термобаричних і технологічних умов випробувань другої порції тампонажного розчину на основі YNG-Cem-EA50-LF для цементування верхньої ступені

Таблиця 3 – Технологічні властивості тампонажних матеріалів

Назва показника	Перша ступінь	Друга ступінь	
		перша порція	друга порція
	YNG-Cem-EA50-LF – 100 м. ч., НТФК – 0,02 м. ч., В/С – 0,49	YNG-Cem-EA50LW-LF – 100 м. ч., НТФК – 0,02 м. ч., В/С – 0,80	YNG-Cem-EA50-LF – 100 м. ч., В/С – 0,49
значення показника			
Густина, г/см ³	1,81	1,58	1,81
Розтічність, мм	215	250	205
Водовідділення, мл	0	0	0
Час загуснення до 30 одиниць Бердена, год.-хв.	3.35	2.35	2.10
Температура досліджень, °C	33	22	22
Строки схоплення, год.-хв. (початок/кінець)	4.05/4.40	12.05/13.50	4.40/5.20
Міцність цементного каменю при вигині, МПа	12/24 год.	2,1 / 4,8	–
	36/48 год.	–	1,0 / 1,5
Розширення, %	2,5	2,0	2,5
Водовіддача, см ³ /30 хв.	22	14	58

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Таблиця 4 – Основні параметри буферної рідини на основі YNG -Cem-DSM

Показники	Перша ступінь	Друга порція
	YNG-Cem-DSM–100 м. ч., НТФК – 0,033 м. ч., В/С – 0,80	YNG-Cem-DSM – 100 м. ч., НТФК – 0,02 м. ч., В/С – 0,80
	значення показника	
Густина, кг/м ³	1540	1530
Розтічність, мм	250	230
Водовідділення, мл	0	0
Показник фільтрації, см ³ за 30 хв.	60	60

З метою оптимізації тривалості споруджування даної свердловини скорочено терміни ОТЦ для направлення до 24 год, кондуктора – 24 год, І ступені ЕК – 12 год, ІІ ступені ЕК – 36 год. Можливості скорочення термінів ОТЦ доведено дослідженнями із застосуванням ультразвукового аналізатора динаміки набору міцності цементного каменю в свердловинних умовах USA OFITE.

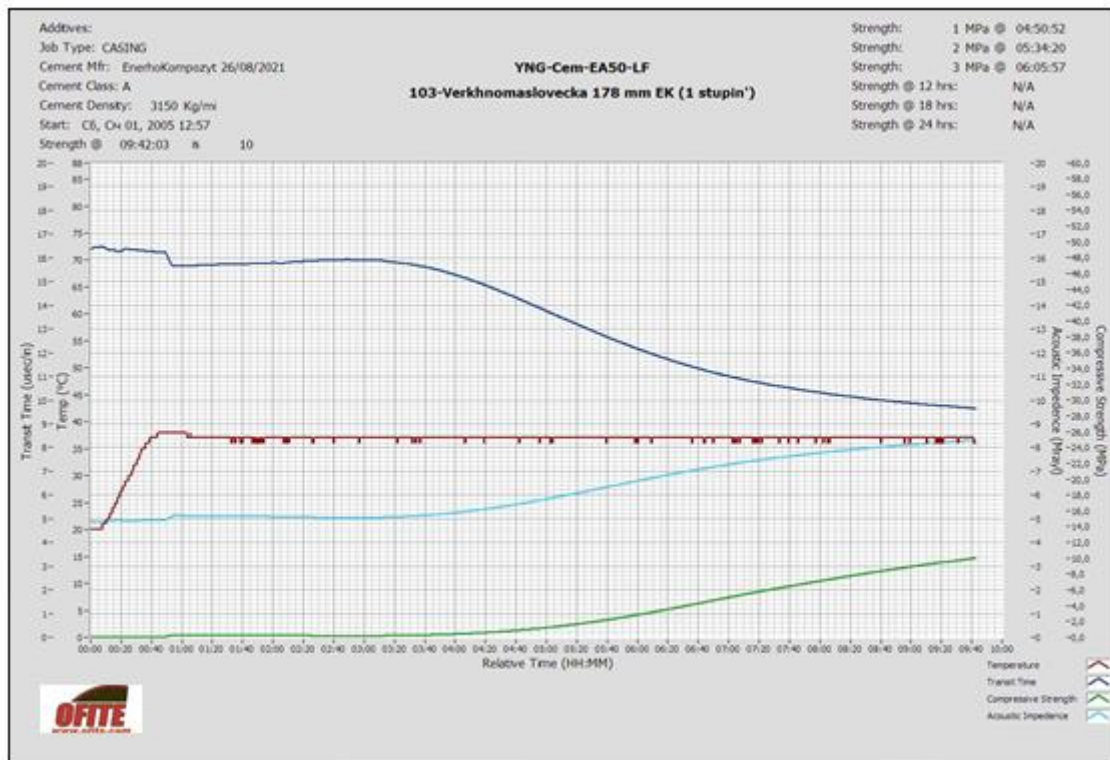


Рисунок 7 - Динаміка набору міцності цементного каменю для нижньої ступені ЕК свердловини 103-Верхньомасловецької

Зокрема, аналіз рис. 7 свідчить, що для набору міцності на стиск 10 МПа цементному каменю на основі YNG-Cem-EA50-LF в умовах цементування нижньої ступені ЕК достатньо 10 годин.

Така кінетика формування структури та висока рання міцність цементного каменю свідчить про оптимальний, компонентний склад даного матеріалу та високі експлуатаційні характеристики цементного каменю на його основі [3, 4].

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Для запобігання ускладнень, пов'язаних із поглинанням тампонажного розчину чи гідророзриву порід, а також для забезпечення витіснення бурового розчину із за колонного простору, закачування і протискування технологічних рідин здійснено відповідно до гідравлічної програми, розробленої із застосуванням програмних комплексів TurboCem-1 ПАТ «Укрнафта» і «WellPlan Landmark Halliburton» (рис. 8).

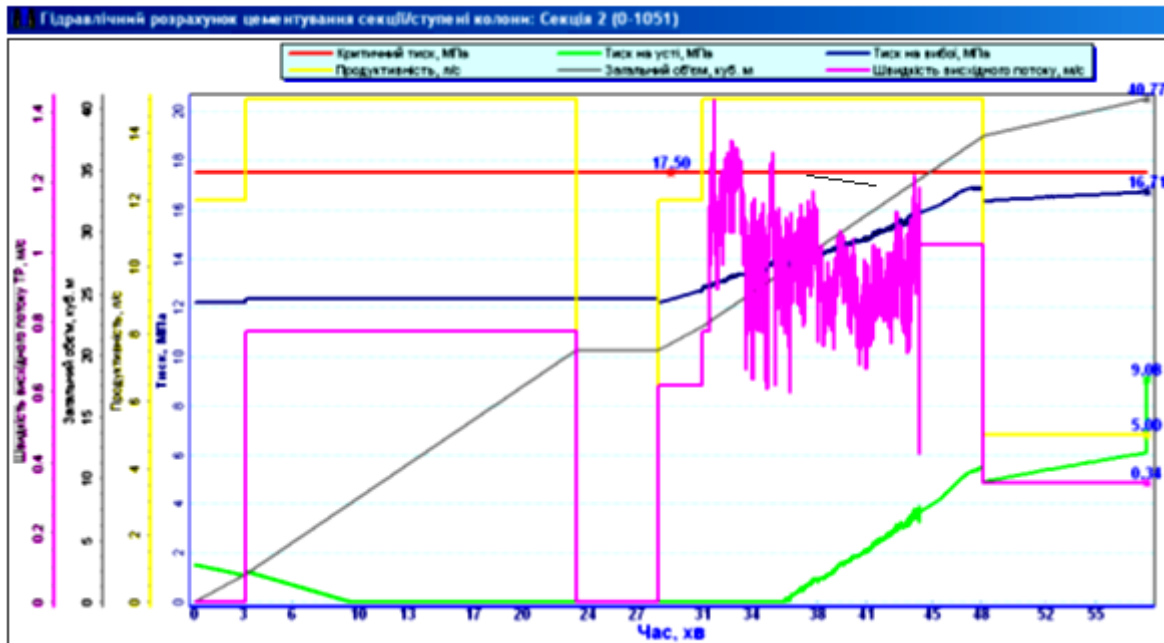


Рисунок 8 - Графік зміни параметрів цементування верхньої ступені ЕК у свердловині 103-Верхньомасловецька (TurboCem-1)

Обсадні колони у даній свердловині оснащено надійним технологічним обладнанням від таких виробників як DAVIS LYNCH, MACKERAL OIL TOOLS, а також вітчизняним виробником муфт ступеневого цементування ТОВ «Булат».

Цементування обсадних колон відбувалося у повній відповідності до планів робіт, без ускладнень, забезпечено необхідні технологічні параметри тампонажного розчину та буферної рідини, зворотні клапани герметичні, муфта ступеневого цементування спрацювала задовільно як на відкриття вікон, так і на їх закриття.

Таким чином, в промислових умовах підтверджено, що навіть за умов потенційного ризику виникнення інтенсивних поглинань вітчизняні фахівці володіють матеріалами і технологіями, здатними забезпечити позитивний результат при цементуванні обсадних колон у складних гірничо-геологічних умовах.

За результатами освоєння дебіт свердловини 103 перевищив планові очікування.

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Оптимальний дизайн свердловини за «J» подібним профілем та його успішна реалізація забезпечила розкриття запланованих геологічних цілей в межах кола допуску радіусом 30 м при дотриманні планової інтенсивності просторової кривизни 1,5 град./10 м.

Завдяки стратегічному та оперативному плануванню під час буріння свердловини 103 отримано значно вищі техніко-економічні показники порівняно з найбільш ефективно пробуреною раніше свердловиною 102 (з економічного аспекту):

- зростання механічної швидкості буріння на 49 % (до 6,27 м/год.);
- зростання комерційної швидкості на 14 % (до 947 м/верст. міс.).

На завершення слід зазначити, що результати буріння свердловини 103 дозволили скоригувати дані щодо гіпсометричного розташування продуктивних горизонтів, а також підтвердили, що особливості будови та розташування Верхньомасловецького родовища потребує індивідуального підходу до вибору технологічних рішень під час споруджування свердловин.

Наявність інтегрованої бази даних умов буріння, запровадження передових технологій та якісний інженерний контроль забезпечили значне підвищення техніко-економічних показників буріння, зокрема механічна швидкість зросла на 49 %, а комерційна – на 14 %.

Список використаних джерел:

1. Звіт з оцінки впливу на довкілля планової діяльності з споруджування розвідувальних свердловин №№ 103,104 Верхньомасловецького родовища: звіт про НДР / ПАТ «Укрнафта»; ГІП О.О. Губницька. – Київ, 2019. – 326 с. (реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планової діяльності 20199174516/15609).

2. Цементи тампонажні. Методи випробувань : ДСТУ Б В.2.7-86-99.

3. Ставичний Є. М., Фем'як Я. М. Підвищення якості цементування свердловин за рахунок впровадження гомогенних тампонажних систем / Молодь: наука та інновації: матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 22–24 листопада 2023 року: у 2-х т. / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро: НТУ «ДП», 2023. Том 1. 474 с. - С. 53 -54.

4. Ye. M. Stavychnyi, Ya. M. Femiak, O. Yu. Vytyaz, B. A. Tershak, M. M. Klymyuk, V. V. Kindrat / Research of cement stone degradability in difficult mining and geological conditions of Ukraine // Journal of Physics and Chemistry of Solid State. Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. Section: Technology. V. 25, No. 4 (2024) pp. 924-936. DOI: 10.15330/pcss.25.4.924-936.

Ткаченко М. В.

*експерт з видобутку нафти і газу, «Спілька буровиків України»,
відділ КВПіА, ГПУ «Полтавагавидобування»
tkachenkonupp@ukr.net*

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СПІНЮЮЧИХ РІДКИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ВІНОСУ РІДИНИ З ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Найбільш широко в промисловій практиці застосовується метод виносу рідини з газових свердловин за допомогою спінюючих поверхнево-активних речовин (ПАР). Суть його в тому, що при введенні ПАР у пластову рідину в стовбурі свердловини та проходженні через неї газу утворюється піна. Для виносу її потрібна значно менша швидкість руху газу, ніж для виносу води. При проектуванні технології експлуатації обводнених газових свердловин із застосуванням спінюючих ПАР вибирають тип піноутворювача, спосіб введення його в свердловину й оптимальну концентрацію у спінюваній рідині.

Тип ПАР залежить від загальної мінералізації та складу пластової води, вибіркової температури, вмісту у спінюваній рідині вуглеводневого конденсату і його фізико-хімічних властивостей (фракційного складу, будови вуглеводнів, їх полярності та молярного об'єму, вмісту домішок гетероатомних (наприклад, сірчистих з'єднань і природних ПАР). Зростання мінералізації пластової води, зокрема вмісту в ній солей кальцію і магнію, збільшення пластової температури та наявність в системі вуглеводневого конденсату негативно впливають на процес піноутворення і зменшують стабільність піни.

Спінюючі ПАР повинні характеризуватися високими поверхнево-активними, стабілізуючими і диспергуючими властивостями, мати температуру помутніння більшу від максимально можливої температури в стовбурі свердловини, не утворювати осаду при змішуванні з пластовою рідиною, не прискорювати процеси корозії газопромислового обладнання, гідратуутворення та солевідкладень в ліфтових трубах, не розкладатися протягом тривалого строку зберігання, бути дешевими та доступними. До цього часу відсутня уніфікована методика оцінки піноутворюючих властивостей ПАР. Мірою активності кожного ПАР є його гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ).

Максимальною піноутворюючою властивістю характеризуються ПАР з ГЛБ 9-15 умовних одиниць. Однак система ГЛБ є трудомісткою і недостатньо надійною у визначенні та не дає змогу здійснювати кількісні розрахунки. Тому на практиці тип ПАР і їх оптимальну концентрацію у спінюваній рідині вибирають за даними лабораторних експериментів, в яких визначають

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

кратність піни K (відношення об'єму піни до об'єму рідини, з якої вона утворилася) та її стійкість (величину, зворотну об'ємній швидкості виділення 50% рідини, пов'язаної в піну) або кількість рідини, винесеної з моделі свердловини за певний час.

Накопичення рідини на вибої має місце як у суто газових свердловинах, так і в газоконденсатних. І тут, крім води, до складу рідини входить газовий конденсат. При цьому кількість цих рідин і їх відсоткове співвідношення може бути різним. Процес піноутворення в цих умовах значно відрізняється від його проходження у водних середовищах.

При введенні ПАР у газоконденсатні свердловини створюються сприятливі умови для утворення емульсій. Тип і властивості емульсій, що утворюються, залежать від ряду факторів, основними з яких є співвідношення води та конденсату, їх хімічні склади, властивості й кількості ПАР, що вводяться, характер перемішування і температура. Таким чином, при спінуванні суміші води та газового конденсату спочатку утворюється емульсія, а потім у міру стабілізації її відбувається процес піноутворення.

Витрата піноутворювача для суміші води та конденсату в кілька разів вище, ніж для води, так і значна частина ПАВ, що вводиться, витрачається на емульгування суміші.

Стійкість емульсійної піни визначається періодом життя емульсії та структурно-механічними властивостями водного розчину ПАР, тобто дисперсійного середовища.

Вода, що накопичується в стовбурах і вибої газових й газоконденсатних свердловин, відрізняється як у загальній мінералізації, і за складом солей.

Експериментально встановлено, що на процес піноутворення помітний вплив надають, в основному, солі кальцію та магнію. Тому пластові води, газових і газоконденсатних родовищ, зручніше умовно розділити за вмістом Ca^{2+} і Mg^{2+} на три типи.

До вод першого типу відносяться води, в яких Ca^{2+} і Mg^{2+} або відсутні, або їх вміст у воді настільки малий, що не істотно впливає на піноутворюючі здібності ПАР. Сумарний вміст Ca^{2+} і Mg^{2+} менше 0,1 г/л.

Води другого типу найчастіше зустрічаються в пластах газових та газоконденсатних родовищ. Сумарний вміст Ca^{2+} і Mg^{2+} становить від 0,1 до 1 г/л.

До вод третього типу відносяться води, в яких сумарний вміст Ca^{2+} та Mg^{2+} понад 1 г/л.

Залежно від типу вод видалення рідини з газових свердловин підбирається певний тип піноутворювача та його концентрація. Найбільш сприятливі умови для піноутворення мають місце у свердловинах, де містяться води першого

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

типу. У цьому випадку для видалення рідини як піноутворювачів можуть бути використані більшість ПАР як іоногенні, так і неіоногенні. Для видалення вод третього типу застосування аніонактивних ПАР стає неефективним. Пояснюється це взаємодією ПАР з іонами Ca^{2+} і Mg^{2+} , внаслідок чого утворюється нерозчинні сполуки та піноутворювальна здатність ПАР погіршується.

У зимовий час з метою запобігання замерзанню водних розчинів ПАР необхідно використовувати антифризи. Як антифризи рекомендуються метанол, діетиленгліколь (ДЕГ) і хлористий кальцій. На піноутворюючі властивості ПАР рекомендовані антифризи практично не впливають і тому кількість ПАР, що вводиться в свердловину залежить лише від складу та кількості рідини, що видаляється зі свердловин.

Наявність вуглеводневої фази, що видаляється з газоконденсатної свердловини, набагато ускладнює процес піноутворення, так як конденсат є активним гасником пін. Крім того, як зазначалося вище, при введенні ПАР у газоконденсатні свердловини створюються сприятливі умови для утворення емульсій.

Піноутворення в газоконденсатних свердловинах залежить як від кількості конденсату в рідині, що видаляється, так і від його хімічного складу. Зі збільшенням кількості конденсату піноутворення погіршується. Також встановлено, що піноутворюючі властивості ПАР погіршуються залежно від типу конденсату в ряді: метановий–метано-нафтоновий–метано-ароматичний–ароматико-метановий.

При застосуванні ПАР на газоконденсатних родовищах слід мати на увазі, що хімічний склад конденсату та його тип можуть змінюватися як за простяганням продуктивного горизонту, так і в часі окремо взятої свердловини. Зміна типу конденсату призводить до того, що піноутворюючі властивості ПАР, що раніше застосовувалися, погіршуються.

Піноутворення в сумішах «вода–газовий конденсат» залежить також від типу вод. Як і в газових свердловинах, зі збільшенням вмісту Ca^{2+} і Mg^{2+} піноутворюючі властивості ПАР погіршуються. У загальному випадку застосовувані концентрації піноутворювачів для видалення рідини з газоконденсатних свердловин завжди вищі, ніж чисто газових.

Вище зазначалося, що у газоконденсатних свердловинах спочатку утворюється емульсія, яка потім перетворюється на піну.

У деяких випадках емульсія може утворюватись і у внутрішньопромислових комунікаціях.

Утворення стійких емульсій призводить до ряду технічних ускладнень: на конденсатозбірних пунктах ємності затоварюються емульсією, що

унеможливиює отримання товарного конденсату.

При використанні ПАР для інтенсифікації роботи обводнених газових свердловин можливе інтенсивне піноутворення в системі обробки газу (УКПГ), яке супроводжується потраплянням спіненої рідини за межі УКПГ. В результаті погіршується якість підготовки газу і виникають ускладнення в роботі газотранспортних систем. Боротьбу зі спінюванням рідини на УКПГ проводять механічним і хімічним способами та їх поєднанням. При механічному способі піногасіння руйнування піни здійснюють шляхом механічної дії на газові пухирці. Стосовно до УКПГ механічне руйнування піни можна проводити за допомогою сіток та інших насадок, які встановлюють у сепараторах на шляху руху спіненого газорідинного потоку, а також використанням різного роду пристроїв (нерухомих або обертових), змонтованих на вході або всередині сепаратора. Хімічний метод боротьби з піною оснований на застосуванні піногасників, які сприяють витісненню з поверхневого шару молекули піноутворювача. Піногасники можна подавати у спінений газорідинний потік до або після сепаратора першого ступеня, по окремій технологічній лінії чи разом з інгібітором гідратоутворення. Можливим варіантом комбінованого способу піногасіння є установка в сепараторі однієї або декількох сіток і подача піногасника на кожен сітку або в простір між ними. Як піногасники застосовують кремнійорганічні сполуки, технічний оксидат, а також відходи різних виробництв (наприклад, со-апсток, кубові залишки виробництва окисленого парафіну, вищих жирних спиртів тощо).

Список використаних джерел:

1. Довідник з нафтогазової справи / За заг. ред. докторів технічних наук В.С. Бойка, Р.М.Кондрата, Р.С.Яремійчука. – К.: Львів, 1996. – с. 620. – ISBN 5-335-01293-5.
2. Проблеми та перспективи застосування капілярних систем на газових свердловинах родовищ Передкарпаття. / Угриновський А., Мороз Л., Потятинник Т., Дирів Р., Рушак В. // Збірник тез. Міжнародний науковий форум «Нафтогазова енергетика», Івано-Франківськ, 2023. – с. 85-88.

Ярослав ФЕМ'ЯК,

д. т. н., професор кафедри буріння свердловин

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

м. Івано-Франківськ, Україна

Остап ФЕДИК,

керівник навчально-консультаційного пункту Івано-Франківського

національного технічного університету нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

Василь ФЕМ'ЯК,

аспірант кафедри буріння свердловин

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

м. Івано-Франківськ, Україна

Сергій КАЛИНОВИЧ,

директор сервісної компанії ТОВ НВП «КАРАТ-ЕКОТЕХ»

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

м. Івано-Франківськ, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ СТОВБУРА СВЕРДЛОВИНИ НА ПРИКЛАДІ БУРІННЯ СКЕРОВАНИХ СВЕРДЛОВИН

З розвитком нових і покращенням існуючих технологій спорудження свердловин висуваються все вищі вимоги до покращення швидкості проходки та ефективності процесу буріння, безпеки та захисту навколишнього середовища.

Технологія управління траєкторією стовбура свердловини є не лише основою інтелектуальної технології, а й важливою передумовою для ефективного видобутку та безпечної експлуатації свердловини [1 - 3]. Завдяки стрімкому розвитку технологій буріння, у сучасному видобутку нових видів енергії широко використовуються свердловини складної конструкції, тому необхідно враховувати комплексні фактори, що впливають на траєкторію свердловини.

Існуючі сьогодні дослідження стосовно прогнозування та оцінки траєкторії стовбура свердловини мають більшу похибку порівняно з експериментальними даними, особливо це помітно в умовах складної конструкції свердловини. Шляхом аналізу та порівняння дослідники вважають, що причини цих явищ в основному включають випадковість і уривчастість матриці демпфування та жорсткості свердловини в процесі моделювання радіального спрямування; або радіальна вібрація центру бурильної колони не враховується [4]. Тобто зв'язок між радіальною вібрацією центру бурильної колони та траєкторією стовбура свердловини не враховується [5 - 7]. Тому стає зрозуміло, що вище зазначені фактори мають дуже вагомий вплив на динамічну траєкторію стовбура свердловини в процесі буріння. Отже нехтування зазначеними факторами призведе до серйозних відхилень або навіть помилок у результатах оцінки та фактичних умов, що вплине на наступні контрзаходи та гарантії безпеки проведення бурових робіт в цілому.

Визначення траєкторії стовбура свердловини насправді є результатом взаємозв'язку між бурильною колоною та вибоєм свердловини а також стінкою

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

стовбура свердловини. Тому необхідно проаналізувати важливі фактори в процесі зв'язку між бурильною колоною та вибоєм свердловини та стінкою стовбура свердловини. Вирішення цієї задачі ґрунтується на багатоспрямованій вібрації та динаміці зв'язку бурильної колони, а також на вивченні розрахунку траєкторії свердловини. По-перше, структура стовбура похилої свердловини будується для аналізу сили бурильної колони [8 - 11].

Для кількісної оцінки теоретичної моделі та перевірки точності моделі та методу розрахунку проводиться наступний розрахунок. По-перше, визначаються конструкція свердловини та КНБК, а модель чисельного розрахунку відповідає експериментальній моделі, як це показано на рис. 1. Крім того, згідно з теоретичним методом розрахунку визначаються основні вхідні параметри, включаючи КНБК, структурні та матеріальні параметри, граничні умови та параметри навантаження. Тим часом, для порівняння з експериментальними результатами вхідні дані чисельного прикладу відповідають експериментальним даним, як показано в табл. 1.



Рисунок 1 - Модель чисельного розрахунку

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри	Результати
Зовнішній діаметр бурильної колони $D_{бк(зн)}, м$	0,138
Внутрішній діаметр бурильної колони $d_{бк(вн)}, м$	0,1186
Зовнішній діаметр КНБК $D_{КНБК(зн)}, м$	0,172
Внутрішній діаметр КНБК $d_{КНБК(вн)}, м$	0,05
Діаметр бурового долота $D_{дол}, м$	0,216
Густина матеріалу труб (сталі) бурильної колони $\rho_{ст}, кг/м^3$	7850
Модуль пружності бурильної колони $E, Па$	$2,1 \cdot 10^{11}$
Модуль зсуву бурильної колони $G, Па$	$8 \cdot 10^{10}$
Прискорення вільного падіння $g, м/с^2$	9,81
Довжина ділянки випробовування (дослідження) $L, м$	20
Характеристика тертя стовбура свердловини $c_1, Н$	1400
Осьова жорсткість бурильної колони $K_a, Н/м$	$1,96 \cdot 10^5$
Жорсткість бурильної колони на кручення $K_t, Н \cdot м/рад.$	309,2
Коефіцієнт осьового демпфування бурильної колони $C_a, Нс/м$	$1,96 \cdot 10^4$
Коефіцієнт демпфування бурильної колони при крученні $C_t, Нмс/рад$	61,84
Швидкість обертання $\omega, об/хв.$	80 ~ 120

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Відповідно до теоретичної моделі, у поєднанні зі структурою свердловини, КНБК та основними параметрами, розраховується динаміка бурильної колони за умов зчеплення її зі стінкою свердловини. Розрахунки включають осьове навантаження на бурове долото, результати крутного моменту та результати динаміки поздовжньої та крутильної вібрації. Для радіальної вібрації необхідно порівняти експериментальні результати та проаналізувати траєкторію стовбура свердловини та її відхилення.

Результати крутного моменту й осьового навантаження на долото в процесі буріння розраховуються, як показано на рис. 2 - 3.

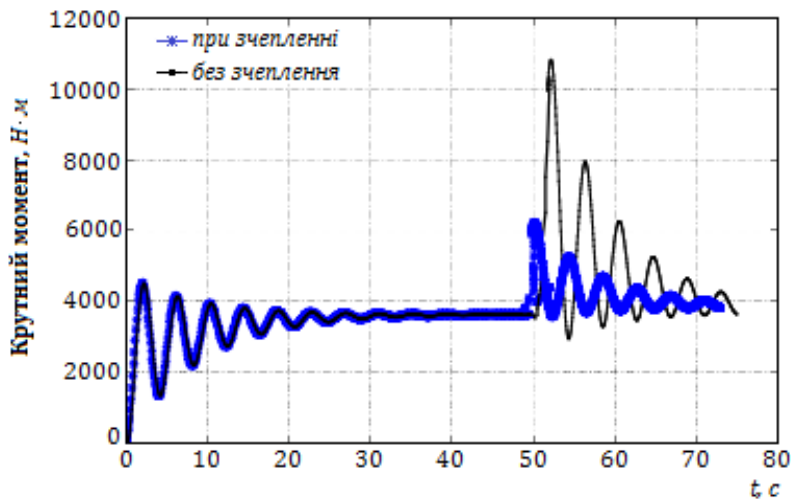


Рисунок 2 – Графічні залежності, що відображають результати розрахунку крутного моменту бурильної колони при зчепленні і без зчеплення зі стінкою свердловини

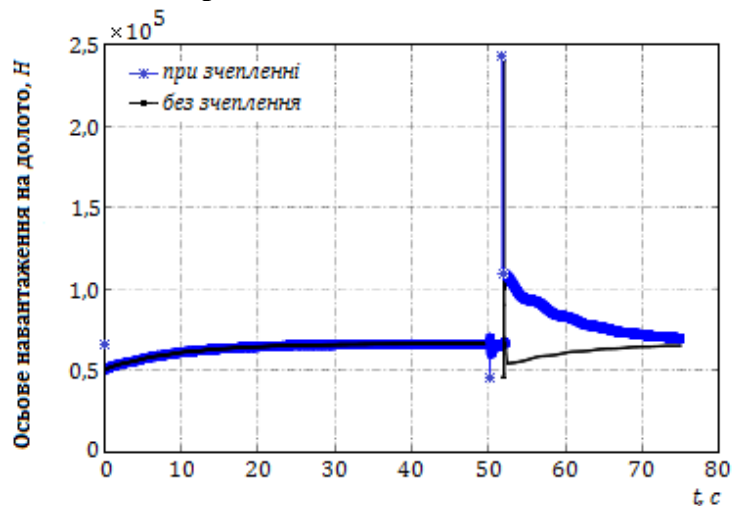


Рисунок 3 – Графічні залежності, що відображають результати розрахунку осьового навантаження на бурове долото при зчепленні і без зчеплення бурильної колони зі стінкою свердловини

На рис. 2 і 3, відповідно, показані зміни крутного моменту та осьового навантаження, що діють на бурове долото під час буріння. З рисунків видно, що це нормальна стадія буріння протягом 0 ~ 50 с. Правило зміни крутного моменту та осьового навантаження при з'єднанні, що діє на бурове долото, майже таке ж, як і при від'єднанні, і має тенденцію бути стабільним з часом.

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

При входженні в твердий і м'який масив гірських порід, що перешаровуються, крутний момент і осьове навантаження швидко збільшуються. У фазі прилипання крутний момент, що діє на бурове долото, поступово збільшується. Незалежно від муфти максимальний крутний момент становить близько 11000 Н·м на 52 с. А потім бурове долото входить у фазу ковзання, крутний момент на долоті швидко зменшується, досягаючи стабільного значення 4000 Н·м після періоду коливань. Крутний момент коливається менше протягом усього процесу з моделлю зчеплення, і крутний момент досягає піку 6200 Н·м за 50,2 с у фазі застрягання. Коли бурове долото входить у фазу ковзання, крутний момент на буровому долоті швидко зменшується і залишається на рівні 4000 Н·м з плином часу.

За представленими графічними залежностями результатів можна зробити висновок, що крутний момент зчеплення бурильної колони зі стінкою свердловини, отриманий за допомогою нашої моделі є менший, ніж крутний момент розчеплення при виникненні вібрації стрибкоподібного руху, а також це вказує на те, що характеристики частотного спектра є непослідовні.

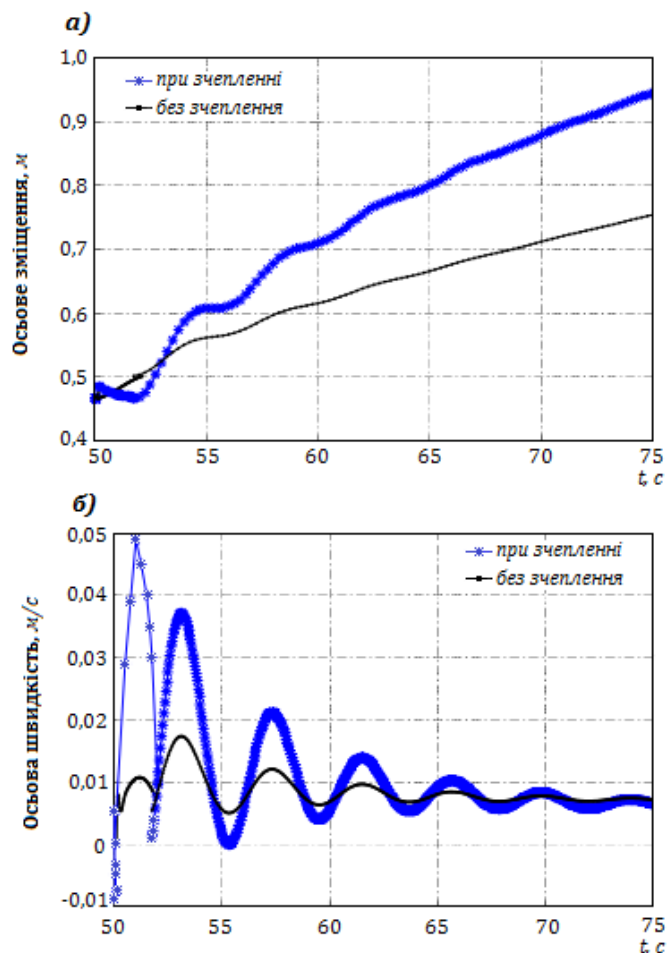
Це нормальна стадія буріння протягом 0 ~ 50 с, і коли бурове долото входить у тверді та м'які породи, що перешаровуються, до кінця фази застрягання, постійне осьове навантаження на долото $6,6 \times 10^4$ Н швидко зростає до максимального значення $2,4 \times 10^5$ Н незалежно від сили зчеплення. Після того, як бурове долото входить у фазу проковзування, навантаження на долото швидко зменшується до $4,7 \times 10^4$ Н і досягає стабільного значення $6,5 \times 10^4$ Н через 75 с. Внаслідок зчеплення, коли бурове долото застрягає, постійне навантаження на долото швидко збільшується до максимального значення $2,4 \times 10^5$ Н, аж поки бурове долото не зруйнує породу, а потім навантаження на долото поступово зменшується до вже стабільного свого значення $6,9 \times 10^4$ Н. Під час роботи бурового долота максимальне навантаження на долото є майже однакове. Після входу у фазу переривчастого ковзання частота зміни осьового навантаження є сталою (постійною), але діапазон коливань пов'язаного осьового навантаження на долото є меншим, ніж незв'язаного осьового навантаження на долото.

Отже, з представлених нами результатів аналізу видно, що протягом 0 ~ 50 с бурове долото знаходиться в нормальній стадії буріння. Крутний момент, осьове навантаження на долото, поздовжні та крутильні коливання зі зчепленням або без нього мають однакові правила зміни. Оскільки різниця є не очевидною, аналіз поздовжніх і крутильних коливань бурового долота повинен бути зосереджений на зміщенні та швидкості в фазі стрибкоподібного руху.

Відповідно до моделі динаміки багатоспрямованої вібрації та зчеплення бурильної колони зі стінкою свердловини, отримані поздовжні зміщення та зміни швидкості у фазі переривчастого ковзання порівнюємо з моделлю

розчеплення, як це показано у вигляді графічних залежностей, які наведені нижче на рис. 4. Видно, що через кожних 50 с бурове долото входить у тверду і м'яку формації гірських порід, що перешаровуються. Завдяки бурильній здатності, міцності та зміні тертя між буровим долотом та стінкою свердловини, коронка бурового долота входить у фазу прилипання, в результаті чого крутний момент і осьове навантаження на бурове долото досягають максимуму, а осьова швидкість буріння швидко зменшується. У момент вібрації «прилипання-проковзування» осьова швидкість бурового долота стає рівною 0, а поздовжнє зміщення бурильної колони залишається майже незмінним у фазі прилипання.

Коли верхній кінець бурильної колони продовжує обертатися з постійною швидкістю, крутний момент, що подається на бурове долото, поступово збільшується. При $t = 50,32$ с накопичена енергія на буровому долоті досягає максимуму, і долото немов би «вислизає». Після зісковзування бурового долота швидкість осьового руху долота вниз швидко збільшується, досягаючи максимуму $0,01736$ м/с, що близько 2,5 рази від постійної осьової швидкості.



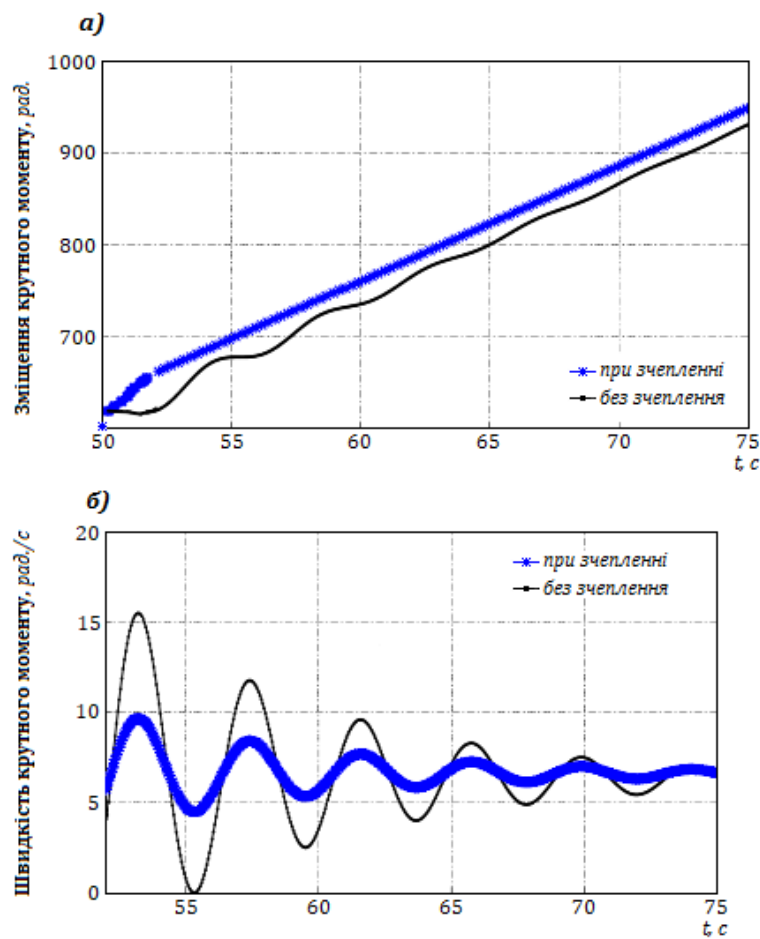
а) поздовжнє вібраційне зміщення; б) поздовжня віброшвидкість.

Рисунок 4 - Графічні залежності, що відображають результати розрахунку поздовжнього руху бурильної колони при її зчепленні і без зчеплення зі стінкою свердловини

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Діапазон поздовжнього зміщення вібрації моделі зчеплення становить від 0,48 до 0,95 м, а результат моделі розчеплення становить від 0,47 до 0,75 м. У моделі зчеплення, коли бурове долото входить у фазу прилипання, поздовжня швидкість руху бурового долота вгору швидко зменшується 0,008809 м/с, а потім збільшується до 0 м/с. У міру накопичення енергії бурове долото входить у фазу ковзання і поздовжня швидкість його стрімко збільшується до максимального значення 0,049 м/с, що майже в 7 разів перевищує постійну осьову швидкість.

Для випадку, коли бурове долото входить у складний масив гірських порід з поганою буримістю, процес зміни кутового зміщення крутильних коливань та кутової швидкості продемонструємо у вигляді графічних залежностей, наведених на рис. 5.



а) кутове зміщення крутильних коливань; б) кутова швидкість крутильних коливань.

Рисунок 5 - Графічні залежності, що відображають результати розрахунку крутильного руху бурильної колони при її зчепленні і без зчеплення зі стінкою свердловини

З результатів видно, що в міру збільшення міцності та тертя пластів крутний момент і осьове навантаження бурового долота збільшуються до максимуму, кутова швидкість крутильних коливань швидко зменшується, а

мінімальна кутова швидкість відрізняється в обох випадках, а кутова швидкість розчеплення наближається до нуля. При вході у фазу застрявання крутильне коливальне усунення бурового долота залишається незмінним. Оскільки крутний момент, прикладений до бурового долота, поступово збільшується, долото зісковзує при $t = 51,75$ с. В обох випадках кутова швидкість обертання бурового долота швидко збільшується до 9,7 рад./с та 15,5 рад./с, що близько до 1,5 та 2,4 рази від постійної швидкості обертання відповідно.

З наведеного вище аналізу видно, що в початковій фазі проковзування долота накопичений крутний момент на долоті швидко вивільняється, а кутова швидкість обертання і поздовжня швидкість долота сильно коливаються. У міру проходження процесу буріння, швидкість буріння долота має тенденцію до стабільності, крутильна та поздовжня сила на долоті врівноважуються, та долото повертається до стабільної стадії буріння. Коли долото входить у складні пласти, вібрація стрибкоподібного руху послаблюється з допомогою зчеплення. Під час операції буріння долото підтримує стабільну кутову швидкість обертання, і вказує на те, що запропонована модель має високу точність і може дійсно відображати реальну ситуацію процесу буріння похило-скерованої свердловини.

Список використаних джерел

1. E. Alkamil et al., Case study of wellbore stability evaluation for the Mishrif formation, Iraq, Journal of Petroleum Science & Engineering, 164 (2018) 24-28.
2. M. U. Jiong et al., Wellbore trajectory control technique for shallow extended reach ultra-long horizontal well I38H, Exploration Engineering (2016).
3. J. Tian et al., Dynamic characteristics and test analysis of a new drilling downhole tool with anti-stick-slip features, Journal of Mechanical Science and Technology, 32 (10) (2018) 4941- 4949.
4. E. Jamshidi, A new approach to well trajectory optimization based on rate of penetration and wellbore stability, Liquid Fuels Technology, 29 (6) (2011) 588-600.
5. M. Nabaei and K. Shahbazi, A new approach for predrilling the unconfined rock compressive strength prediction, Liquid Fuels Technology, 30 (4) (2012) 350-359.
6. J. Tian et al., Working mechanism and rock-breaking characteristics of coring drill bit, Journal of Petroleum Science and Engineering, 162 (2018) 348-357.
7. Lin Yang, Jialin Tian, Qingyou Liu, Liming Dai , Zhichao Hu and Jurui Li. The multidirectional vibration and coupling dynamics of drill string and its influence on the wellbore trajectory / Journal of Mechanical Science and Technology 34 (7) 2020. Pp. 2681 – 2692.
8. Q. H. Meng and Q. Y. Liu, Study on mathematical model of wellbore locus prediction based on wavelet-neural network, Journal of Machine Design, 25 (9) (2008) 25-27.
9. J. Tian et al., Vibration analysis of new drill string system with hydro-oscillator in horizontal well, Journal of Mechanical Science and Technology, 30 (6) (2016)

2443-2451.

10. J. Gao et al., Establishment of a prediction model for the borehole trajectory optimization based on controlling wellbore stability, Acta Petrolei Sinica, 37 (9) (2016) 1179-1186.

11. W. Huang, D. Gao and Y. Liu, A study of mechanical extending limits for three-section directional wells, Journal of Natural Gas Science & Engineering (2018).

Владислав ЛОБАНОВ,

*студент II курсу факультету фізики, математики,
економіки та інноваційних технологій*

Дрогобицького державного педагогічного університету ім. І. Франка

Віктор БРЕНЬО,

викладач циклової комісії

електричної інженерії та автомобільного транспорту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Тетяна МАЛИК,

викладач загальнотехнічних дисциплін

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Леся МАЛИК,

викладач загальнотехнічних дисциплін

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м.Дрогобич, Україна

ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЄЮ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ

Нафтогазова галузь, як одна з провідних в енергетичному комплексі, є ключовим елементом забезпечення паливно-енергетичних потреб як промисловості, так і населення. Проте її функціонування неможливе без стабільного електропостачання, адже усі етапи – від розвідки і видобутку до транспортування та переробки – залежать від електроенергії. У зв'язку з цим питання надійного енергозабезпечення набуває особливої актуальності, особливо в умовах нестабільності глобальних ринків, кліматичних змін і воєнних загроз [4, с.163].

Основною проблемою нафтогазового комплексу України є пільгова поставка газу виробникам електроенергії на газових установках. Через масовані військові атаки по об'єктах газовидобутку та внаслідок закінчення опалювального сезону з надзвичайно низькими обсягами газу (менше 1 млрд. м³) виникла проблем щодо накопичення газу до початку вже наступного опалювального сезону. Як стверджують експерти, - дефіцит газу у 2025 році за оптимістичними прогнозами буде складати 3,3-3,9 млрд. кубометрів [1]. Тому

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

варто провідним фахівцям розглянути статистику виробництва і споживання електроенергії задля вирішення проблеми галузі.

Якщо заглибитися в історичний ракурс, то відомо що виробництво електроенергії в Україні розпочалось 1878 року, і поступово воно набуло розмаху та досягло свого піку до 1990 року. Наведемо в таблиці такі дані, як виробництво електроенергії за типом електростанції [6, с.45].

Тип	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<u>АЕС</u>	46,9 %	48,0 %	47,4 %	46,5 %	45,5 %	43,0 %	48,5 %	55,6 %	52,3 %	55,1 %	53,0 %	53,9 %	51,2 %	55,1 %
<u>ТЕП/ТЕС</u>	43,0 %	41,1 %	41,5 %	43,7 %	44,7 %	44,7 %	41,3 %	35,2 %	39,7 %	35,9 %	36,9 %	36,2 %	35,2 %	29,3 %
<u>ГЕС/ГАЕС</u>	5,9 %	6,8 %	6,9 %	5,6 %	5,5 %	7,3 %	5,0 %	4,3 %	6,0 %	6,8 %	7,5 %	5,1 %	5,1 %	6,7 %
<u>СЕС/ВЕС/ Біомаса</u>	-	-	-	0,0 %	0,3 %	0,7 %	1,0 %	1,0 %	1,0 %	1,2 %	1,7 %	3,6 %	7,3 %	8,0 %
<u>Блок- станції*</u>	4,2 %	4,1 %	4,2 %	4,2 %	4,0 %	4,3 %	4,3 %	3,9 %	1,0 %	1,0 %	0,9 %	1,1 %	1,2 %	1,0 %

Окреслюючи баланс споживання електроенергії ОЕС України можна сказати, що споживачами електроенергії станом на 2018 рік за певними категоріями є промисловість 42,6 %, населення 29,5 %, комунально-побутове господарство 12,7 %, транспорт 5,7 %, інші непромислові 5,6 %, сільське господарство 3,2 %, будівництво 0,8 % і інші. І тут варто зазначити із приведеної вище статистики показників виробництва і споживання електроенергії, що досить велику частину споживання складає населення країни 29,5 %, тому вважаємо, що рятівником постачання дефіциту газу енергетикам (електростанції ССГТ) по пільгових цінах нафтогазу може стати популяризація та розвиток альтернативної, тобто відновлювальної енергетики [6, с.43].

Отже, альтернативна ,тобто відновлювана, енергетика забезпечує енергією такі важливі галузі господарювання, як виробництво електроенергії, нагрівання (охолодження) повітря води, транспорт і послуги електропостачання в сільській місцевості (поза мережею).

Відновлювальні джерела енергії, як правило, існують на великих географічних теренах, на відміну від викопного палива, яке зосереджено в обмеженій кількості країн, і часом поклади залягають на досить значних глибинах землі. Тому швидке впровадження відновлюваних джерел енергії та технологій підвищення енергоефективності, призведе до значної енергетичної безпеки, пом'якшення наслідків зміни клімату та створить сприятливі економічні вигоди [7, с.124].

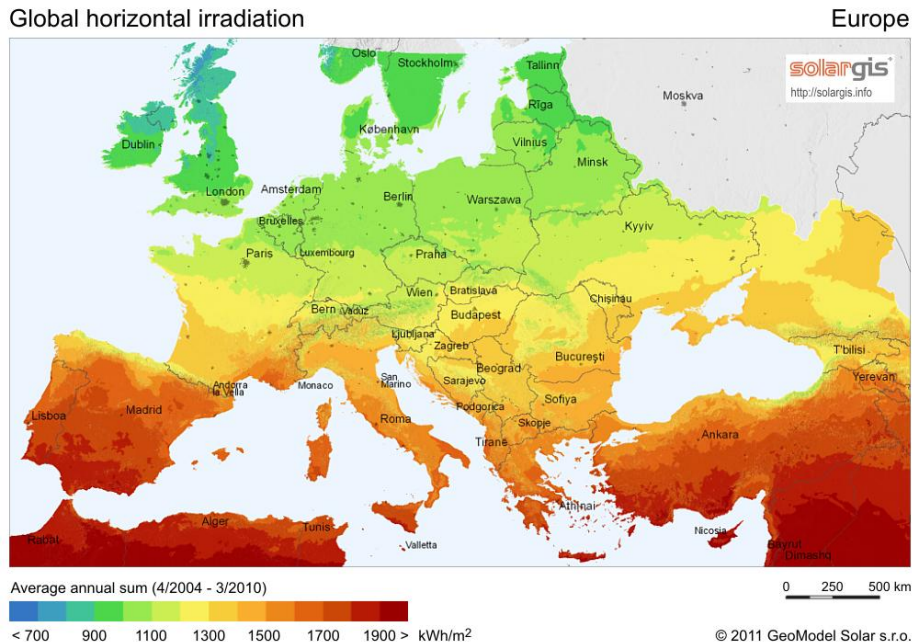
Сонячна енергетика – це напрямок альтернативної енергетики, заснований на безпосередньому використанні сонячного випромінювання для

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

отримання електроенергії. Сонячна енергетика використовує Сонце, відновлюване джерело енергії, і є «екологічно чистою», тобто не виробляє шкідливих відходів під час активної фази використання. Виробництво енергії за допомогою сонячних електростанцій добре узгоджується із концепцією розподіленого виробництва енергії.

Геліотермальна енергетика - нагрівання поверхні, що поглинає сонячні промені, та подальший розподіл та використання тепла (фокусування сонячного випромінювання на посудині з водою або сіллю для подальшого використання нагрітої води для опалення, гарячого водопостачання або парових електрогенераторів) [7, с.125-129].

У 2020 року загальна встановлена потужність всіх працюючих сонячних панелей Землі становила 760 ГВт. У 2019 році загальна встановлена потужність усіх працюючих сонячних панелей на Землі становила 635 ГВт; У цьому році діючі сонячні панелі всієї Землі всього виробили 2,7 % світової електроенергії.



Основними перевагами відновлювальних джерел енергії будуть:

- Перспективність, доступність та невичерпність джерел енергії в умовах постійного зростання цін на традиційні види енергоносіїв.

- Теоретично повна безпека для довкілля, хоча існує ймовірність того, що повсюдне масове впровадження сонячної енергетики може змінити саме характеристику відбивної та розсіювальної здатності земної поверхні та призвести до зміни клімату. проте при сучасному споживанні енергії це вкрай малоймовірно [9, с.11-17].

В той же час недоліками є:

- Через відносно замалу величину сонячної сталої, для сонячної енергетики потрібне використання великих площ землі під електростанції (наприклад, для електростанції потужністю 1 ГВт, це може бути декілька десятків квадратних

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

кілометрів). Проте, цей недолік не такий великий, як наприклад, гідроенергетика виводить з користування значно більші ділянки землі. До того ж фотоелектричні елементи на великих сонячних електростанціях встановлюються на висоті 1,8-2,5 метра, що дозволяє використовувати землі під електростанцією для сільськогосподарських потреб.

- Проблема знаходження великих площ землі під сонячні електростанції, вирішується у разі застосування сонячних аеростатних електростанцій, придатних як для наземного, так і для морського і для висотного розташування.

- Потік сонячної енергії на поверхні Землі дуже залежить від широти і клімату. У різних місцевостях, середня кількість сонячних днів в році, може дуже сильно відрізнятися.

Технічні проблеми:

- Сонячна електростанція не працює вночі і недостатньо ефективно працює у ранкових і вечірніх сутінках та похмурих днях. А при цьому пік електроспоживання припадає саме на вечірні години. Крім того, потужність електростанції може стрімко і несподівано коливатися через зміни погоди. Для подолання цих недоліків потрібно або використовувати ефективні електричні акумулятори (дотепер це невирішена проблема), або будувати гідроакумулювальні станції, які теж займають велику територію, або ж використовувати концепцію водневої енергетики, яка також поки далека від економічної ефективності.

- Проблема залежності потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов вирішується у разі сонячних аеростатних електростанцій.

- Висока ціна сонячних фотоелементів. Ймовірно, в майбутньому з розвитком технології цей недолік все ж таки подолають. В 1990–2005 рр. ціни на фотоелементи поступово знижувалися в середньому на 4 % на рік.

- Недостатній коефіцієнт корисної дії сонячних елементів. Ймовірно, буде незабаром збільшений.

- Поверхню фотопанелей потрібно постійно очищати від пилу і інших забруднень. Просту від їх віддаленості в декілька квадратних кілометрів, це може викликати утруднення.

- Ефективність фотоелектричних елементів помітно зменшується при їх нагріванні, тому виникає потреба в установці систем охолодження, зазвичай водяних.

- З кожним роком експлуатації ефективність фотоелектричних елементів знижується.

Екологічні проблеми

- Незважаючи на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, такі як наприклад, свинець, кадмій,

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

галій, арсен, а їх виробництво споживає велику кількість інших небезпечних речовин. Сучасні фотоелементи мають обмежений термін служби (30-50 років), і масове їх застосування поставить найближчим часом складне питання їх переробки.

Останнім часом починає активно розвиватися виробництво тонкоплівкових фотоелементів, у складі яких міститься всього близько 1% кремнію. Завдяки низькому вмісту кремнію тонкоплівкові фотоелементи дешевші у виробництві, але вони поки мають меншу ефективність. Так, наприклад, в 2005 р. компанія «Shell» ухвалила рішення зосередитися на виробництві тонкоплівкових елементів [2, с65-82].

Найбільшими виробниками фотоелементів з 2023 [13, с.45], МВт є: Jinko Solar (Китай); LONGi Green Energy (Китай); JA Solar (Китай); Trina Solar (Китай); Canadian Solar (Китай/Канада); Adani Solar (Індія); Tongwei (Китай); Astronergy (Китай); DMEGC Solar (Китай); EliTe Solar (Сінгапур); VSUN SOLAR (Японія); Risen Energy (Китай); Maxeon Solar Technologies (Сінгапур).

Вибравши всі основні елементи сонячної електростанції (СЕС) – сонячні батареї(СБ), акумулятори, інвертор можна переходити до елементів захисту СЕС. Саме від них залежить як довго і справно буде працювати основне обладнання.

Будь-які пристрої захисту, автомати (вимикачі), запобіжники ті інші, на змінний струм (АС) не придатні для використання на постійний струм (DC). Їх звичайно можна поставити, але вони не спрацюють в аварійній ситуації [3].

Структурна схема типової мережевої сонячної електростанції



Перспективи сонячної електроенергетики

У світі щорічний приріст енергетики останні п'ять років становив у середньому близько 50 % [15, с.55]. Отримана на основі сонячного випромінювання енергія гіпотетично зможе до 2050 забезпечити 20-25% потреб

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

людства в електриці і скоротить викиди вуглекислоти. За даними Міжнародного енергетичного агентства, до середини XXI століття за відповідного рівня поширення передових технологій вироблятиме близько 9 тисяч ТВт·год, або 20-25 % усієї необхідної електрики, що забезпечить скорочення викидів вуглекислого газу на 6 млрд. тонн щорічно. Собівартість генерації електроенергії сонячними електростанціями до 2020 року знизилася до собівартості генерації з використанням викопного палива та перехід до використання сонячних електростанцій стане економічно вигідним [16].

Через низьку ефективність перетворення сонячної енергії на електрику (к. п. буд. трохи більше 30%) більшість сонячної енергії йдуть на нагрівання сонячних батарей, температура яких сягає 50-70 °С.

Фотоелектричні системи не використовують паливо, а термін служби модулів зазвичай становить від 25 до 40 років. Отже, початкові капітальні та фінансові витрати становлять від 80 до 90 % вартості сонячної енергії [17].

На виконання Рішення Ради Міністрів Енергетичного співтовариства «Про впровадження Директиви 2009/28/ЕС і внесення змін до Статті 20 Договору про заснування Енергетичного Співтовариства», згідно з яким встановлюються обов'язкова національна мета у сфері відновлюваної енергетики, насамперед для того, щоби надати певні гарантії інвесторам та заохотити до розвитку новітніх технологій та інновацій у цій галузі. Україна взяла на себе зобов'язання до 2035 року збільшити відсоток із 4 % та досягти рівня до 25 % енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії в загальному кінцевому енергоспоживанні країни, що слугуватиме потужним стимулом для подальшого розвитку використання поновлюваних джерел енергії в Україні [10].

Висновки. Забезпечення електроенергією нафтогазової галузі є багатогранною проблемою, що потребує комплексного підходу: технічного, організаційного та екологічного. Перехід до новітніх технологій та зміна енергетичної парадигми є ключовими чинниками сталого розвитку галузі в умовах сучасних викликів. Проблема забезпечення електроенергією нафтогазової галузі є багатокомпонентною і потребує комплексного, міждисциплінарного підходу. Сучасні виклики – від екологічних до безпекових – вимагають нових стратегій, орієнтованих на енергоефективність, стійкість та інновації. Лише системна трансформація галузі дозволить забезпечити її сталий розвиток в умовах XXI століття.

Список використаних джерел:

1. Гончар, М. Критичні режими української ГТС / *Дзеркало тижня*. — 2010. 17 лип. (№ 27)

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

2. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. (схвалена розпорядженням КМУ від 15.03.2006. № 145-р.) Київ. 2006. 129 с.
3. Кацер-Бучковська Н. Які реформи в енергетиці нам потрібні / Економічна правда, 28 травня 2015р., <http://www.epravda.com.ua/publications/2015/05/28/544005>.
4. Кострубицька, О. Зміст та характеристика паливно-енергетичного комплексу / *Право і суспільство*, 2008. № 4. С. 156–165.
5. Кудря С. Національні проекти — крок до енергетичної незалежності України / *Дзеркало тижня*, 2010. 9 жовт. (№ 37).
6. Кулік, М. Стратегічні перспективи розвитку енергетики України / *Світогляд*, 2009. № 3. С. 42–45.
7. Лісовий А.В. Енергетична безпека України: другий рік війни. *Modeling the development of the economic systems*, 2024. № 1. С. 124–129.
8. Маркевич К. Найважливіший вид палива – заощаджений. Вісник, 11 грудня 2015р., <http://www.visnuk.com.ua/ua/pubs/id/9199>.
9. Проблеми енергетичної безпеки / *Безпека життєдіяльності*. 2010. № 1. С. 11–17.
10. Червінська О.С., Грицик А.Я. Стан та перспективи розвитку підприємств нафтогазового комплексу України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2014. С. 300–307
11. Gahm, Christian; Denz, Florian; Dirr, Martin; Tuma, Axel (1 лютого 2016). Energy-efficient scheduling in manufacturing companies: A review and research framework. *European Journal of Operational Research*. Т. 248, № 3. с. 744–757.
12. Vsesvit, Energo. Динаміка і структура виробництва електроенергії в ОЕС України у 2019 році. vse.energy (укр.). Архів оригіналу за 8 листопада 2020. [Архівовано 2020-11-08 у Wayback Machine.]
13. Why carbon dioxide isn't the only greenhouse gas we must reduce – Dr Richard Dixon. www.scotsman.com (англ.). 2021. 67р.
14. Natural gas and the environment - U.S. Energy Information Administration (EIA). www.eia.gov. Процитовано 21 вересня 2021.
15. Wayback Machine (PDF). web.archive.org. 2021. С.55-61
16. In Natural Gas, U.S. Will Move From Abundance to Imports. www.greentechmedia.com. 2021.
17. Peak oil. One planet agriculture | Making change (campaigns). Get involved. Soil Association. web.archive.org. 28 вересня 2007. Архів оригіналу за 28 вересня 2007. Процитовано 7 червня 2021.

Тетяна ДАНИЛЯК,

*викладач циклової комісії нафтогазової інженерії та технологій
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Світлана ЄВЛАМШЕВА,

*викладач циклової комісії економіки підприємства та менеджменту
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Крупа Максим Михайлович

*студент II курсу, спеціальність "Нафтогазова інженерія та технології",
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Хомин Віталій Романович

*студент II курсу, спеціальність "Нафтогазова інженерія та технології",
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м Дрогобич, Україна*

СЛАНЦЕВИЙ ГАЗ: ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАЙБУТНЄ ЧИ ЕКОЛОГІЧНА ЗАГРОЗА

Сланцевий газ – це різновид природного газу, який залягає не у класичних газоносних пластах, а в щільних, слабопроникних сланцевих породах. Особливістю цих порід є велика глибина залягання (зазвичай від 700 до 3000 метрів) та наявність численних тріщин, у яких і зберігається газ. Через складну структуру гірських порід його видобуток технічно складніший і дорожчий порівняно з традиційним природним газом. Проте завдяки технологічному прогресу за останні десятиліття розробка сланцевих родовищ стала можливою та активно розвивається в деяких країнах світу, зокрема у США, які стали світовим лідером у цьому сегменті [1].

Видобуток сланцевого газу базується на двох головних технологіях: горизонтальному бурінні та гідророзриві пластів (фрекінгу). Після того як вертикальна свердловина досягає необхідної глибини, бур продовжують у горизонтальному напрямку на кількасот метрів, щоб охопити якомога більшу площу газоносної породи. Потім у свердловину закачують під великим тиском рідину, яка складається з води, піску та хімічних домішок. Такий тиск розриває гірську породу, створюючи мікротріщини, через які газ вивільняється і може бути зібраний [3, с.19-20].

Однак ця технологія має і зворотній бік. У процесі фрекінгу в глибинах землі залишається значна частина токсичних рідин – іноді до половини від закачаного об'єму. Вони можуть просочитися у підземні водоносні горизонти, що становить серйозну загрозу для екології. Якщо токсини потрапляють у ґрунтові води, це може спричинити масові випадки отруєнь, загибель тварин, збільшення онкологічних захворювань серед населення. Пошкоджені водоносні горизонти фактично перестають бути джерелом безпечної води, а у випадку потрапляння забруднень у річки – екологічна катастрофа може набрати масштабів усього регіону.

Сланцевий газ в Україні: потенціал і реалії.

Україна має великі поклади сланцевого газу, що теоретично може дати країні потужний поштовх до енергетичної незалежності. Два найбільші родовища – Юзівська платформа (схід Харківської області та північ

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Донеччини) та Олеська платформа (Львівщина, Івано-Франківщина, частково переходить на територію Польщі). За оцінками, запаси Юзівського родовища сягають 7 трлн. кубометрів, а Олеського – близько 3-3,5 трлн. кубометрів, що робить Україну одним з лідерів за обсягом сланцевого газу в Європі [3, с.19-20].

Попри величезний потенціал, ситуація із розробкою родовищ в Україні залишається застопореною. На це впливає низка чинників:

- політична нестабільність та війна;
- низький рівень інвестиційної привабливості;
- екологічна стурбованість громадськості;
- не вигідна світова кон'юнктура цін на енергоносії [5, с.55-72].

На 2024 рік видобуток сланцевого газу в Україні фактично не ведеться. Експерти прогнозують, що до реального освоєння родовищ Україна зможе повернутись не раніше 2030-х років – і лише за умов стабілізації внутрішньої ситуації, вдосконалення законодавства, впровадження сучасних екологічних стандартів та зацікавлення міжнародних інвесторів [4, с.48-53].

Прозорість у надрокористуванні.

Варто зазначити, що відповідно до українського законодавства, дозвіл на розробку будь-яких родовищ надається через відкриті електронні торги у системі Prozorro. Продажі. Це означає, що будь-яка компанія, яка хоче розпочати видобуток, має виграти аукціон, запропонувавши найвигідніші умови для держави. Такий механізм покликаний забезпечити прозорість, конкуренцію та унеможливити кулуарні домовленості.

Собівартість видобутку 1000м³ сланцевого газу [4, с.45-58].

Витрати на дослідження і розвідку

- вартість геологорозвідки може включати витрати на буріння пробних свердловин, геофізичні дослідження та аналіз ґрунту.

- витрати на оцінку запасів газу, які можуть включати лабораторні дослідження та аналіз даних.

Витрати на буріння свердловин:

- витрати на буріння (кількість свердловин, глибина буріння, тип устаткування).

- витрати на обладнання та матеріали.

Експлуатаційні витрати:

- витрати на обслуговування свердловин (електрика, паливо, зарплата працівників).

- витрати на транспортування газу до споживачів.

Капітальні витрати:

- капітальні витрати на будівництво інфраструктури (газопроводи, компресорні станції) та необхідне обладнання [6].

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Витрати на законодавчі та екологічні процедури:

- витрати на отримання ліцензій, сертифікацій та екологічних дозволів.

Витрати на дослідження і розвідку

Ця категорія включає в себе витрати на геологорозвідку та аналіз резервацій.

- Геологічні та геофізичні дослідження:

- Вартість: 50 000 – 150 000 грн

- Буріння пробної свердловини (1-2 свердловини):

- Вартість буріння: 1000000 – 3000000 грн за свердловину

- Кількість: 2

- Загальна вартість: 200 000 – 600 000 грн

- Оцінка запасів газу (лабораторні аналізи):

- Вартість: 20 000 – 50 000 грн

Сума дослідження і розвідки:

$$50\,000 + 200\,000 + 20\,000 = 270\,000 \text{ грн}$$

$$150\,000 + 600\,000 + 50\,000 = 800\,000 \text{ грн.}$$

Витрати на буріння свердловин

Ця категорія включає витрати на обладнання та матеріали.

- Обладнання та матеріали:

- Підйомне обладнання: 50 000 – 200 000 грн

- Трубопроводи: 30 000 – 100 000 грн

Сума витрат на буріння:

$$50\,000 + 30\,000 = 80\,000 \text{ грн}$$

$$200\,000 + 100\,000 = 300\,000 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати [2].

Ця категорія включає щомісячні та річні витрати на обслуговування.

- Зарплата працівників:

- Припустимо, 1 500 грн на день, 30 днів.

- Загалом: $1\,500 \cdot 30 = 45\,000$ грн

- Паливо та електрика:

- Вартість: 10 000 – 30 000 грн щомісяця

Сума експлуатаційних витрат:

$$45\,000 + 10\,000 = 55\,000 \text{ грн}$$

$$45\,000 + 30\,000 = 75\,000 \text{ грн}$$

Капітальні витрати

Ця категорія витрат включає витрати на інфраструктуру.

- Будівництво газопроводу:

- Вартість: 100 000 – 300 000 грн

- Компресорні станції:

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

- Вартість: 50 000 – 150 000 грн

Сума капітальних витрат:

$100\,000 + 50\,000 = 150\,000$ грн

$300\,000 + 150\,000 = 450\,000$ грн

Витрати на законодавчі та екологічні процедури [6].

Ця категорія включає витрати на ліцензії та сертифікації.

- Ліцензії та екологічні дозволи:

- Вартість: 20 000 – 50 000 грн

Узагальнення всіх витрат дозволяє отримати загальну вартість видобутку 1000 м³ газу.

Витрати на дослідження і розвідку: 270 000 – 800 000 грн

Витрати на буріння: 80 000 – 300 000 грн

Експлуатаційні витрати: 55 000 – 75 000 грн

Капітальні витрати: 150 000 – 450 000 грн

Витрати на законодавчі процедури: 20 000 – 50 000 грн

Загальна сума витрат:

Мінімальний варіант:

$270\,000 + 80\,000 + 55\,000 + 150\,000 + 20\,000 = 575\,000$ грн

Максимальний варіант:

$800\,000 + 300\,000 + 75\,000 + 450\,000 + 50\,000 = 1\,675\,000$ грн

Отже, загальні витрати на видобуток 1000 м³ сланцевого газу можуть варіюватися приблизно від 575 000 грн до 1 675 000 грн, в залежності від конкретних умов, параметрів та технологій, які використовуються. Рекомендується провести детальнішу оцінку з урахуванням специфіки проекту і додаткових консультацій зі спеціалістами у галузі.

Розробка сланцевого газу потребує значних фінансових вкладень, і Україна опинилася у не вигідному становищі порівняно з іншими країнами [2].

Висновок. Сланцевий газ – це двосічний меч: з одного боку, він може стати ресурсом, що дозволить Україні суттєво зменшити енергетичну залежність, а з іншого – це серйозне екологічне випробування для майбутніх поколінь. Розвиток цієї галузі потребує не лише новітніх технологій, а й відповідального ставлення, чіткої державної стратегії та відкритого діалогу з суспільством.

Список використаних джерел:

1. Мельник Л.В. Економічні аспекти видобутку сланцевого газу в Україні / Науковий вісник НТУ «ХПІ». Харків. Видавництво ХПІ : ХДУХЕ, 2013. С. 22-35.
2. Михайлов В. І., Корнієнко С. А. Сланцевий газ : геологія, технології, економіка, – Київ : Наукова думка, 2014. 218 с.

СЕКЦІЯ 1. НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

3. Паламар О. М. Сланцевий газ в Україні: перспективи та виклики. Економічний вісник Харківського національного університету. Харків, 2018. С.18-36

4. Пагун В. Г. Оцінка впливу видобутку сланцевого газу на енергетичний сектор України. Аналіз впливу видобутку сланцевого газу на енергетичний сектор та екологію в Україні / Науковий журнал «Екологія та природні ресурси». Київ, 2024. С.45-60

5. Чередніченко С. О. Сланцевий газ: технології видобутку та екологічні наслідки / Науково-технічний журнал «Вісник НАН України». Київ, 2014. Вип. №12. С.54-74.

6. Тихоненко І. В. Вплив видобутку сланцевого газу на економіку України / Журнал «Проблеми законодавства». Львів, 2018. С. 214-222.

СЕКЦІЯ 2

НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

Зенон ХЕВПА,

*Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища
Національної академії наук України», e-mail: zenonzhv@gmail.com*

Василь ДЯКІВ,

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
e-mail: dyakivw@yahoo.com*

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ КАРСТОВИХ ПРОЦЕСІВ В МЕЖАХ СТЕБНИЦЬКОГО КАЛІЙНОГО РОДОВИЩА

Стебницьке родовище калійних солей знаходиться в передгір'ї Українських Карпат на ділянці Бориславо-Покутського покрову Передкарпатського передового прогину, тобто безпосередньо в зоні зчленування останнього з системою Карпат. Це зумовлює значну складність його тектонічної будови. В геологічній будові родовища беруть участь породи нижньоворотиченської і верхньоворотиченської свит, а також нижньої частини стебницької свити нижнього неогену. Нижньоворотиченська свита розкрита підземними гірничими виробками і свердловинами в ядрах антиклінальних структур. Розріз свити має чіткий теригенний характер. Верхньоворотиченська свита найбільш розвинута на території родовища. Складена вона в основному соленосними брекчіями різного складу з прошарками аргілітів, пісковиків, кам'яної солі та калійних солей. В північній частині родовища відклади верхньоворотиченської свити по лінії регіонального насуву контактують з породами стебницької свити. Остання складена строкатими глинами, алевролітами і пісковиками. Характерним для родовища є те, що соленосні відклади нижньої і верхньоворотиченських свит на всій території їх виходів перекриті товщею порід змінених в зоні гіпергенезу, наявність характерних відкладів так званої гіпсово-глинистої “шапки”. Рельєф поверхні соляного дзеркала, контакту гіпсово-глинистої “шапки” і “корінних” порід дуже складний і залежить від багатьох умов - найчастіше від складу корінних порід, найвищі відмітки соляного дзеркала як правило характерні на ділянках виходів калійних пластів, найнижчі на виходах теригенних порід.

Стебницьке родовище калійних солей локалізоване в околицях міст Стебник і Трускавець, сіл Станія, Солець та Модричі: тут на рудниках № 1 та № 2 видобували калійні руди, які обробляли на збагачувальній фабриці а відходи скидали у хвостосховище. Пласти калійних каїніт-лангбейнітових руд у масиві галіту із глиною, залягають субвертикально та прослідковуються до глибини 1-1,5 км. Пласти розроблялись камерним способом з утворенням пустот (камер) та залишених монолітів між ними. Притік підземних вод призводив до активізації соляного карсту.

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

Актуальність роботи: Утворення в межах рудника № 2 Стебницького родовища калійних солей за останні роки трьох найбільших карстових провалів у вересні 2017 року - № 27; у березні 2020 - №30 та у лютому 2025 року - №32 на території поблизу передмістя Стебника, села Солець, на незначній відстані від житлової забудови, інфраструктурних об'єктів та їх зміни у процесі самозатоплення і формування постмайнінгового ландшафту вимагає детального дослідження інженерно-геологічних умов та стану геологічного середовища для прогнозування карстопровальних явищ у зонах впливу аварійних соляних рудників [1].

Методика досліджень: 1) Експериментальне моделювання за допомогою фізичних моделей, що імітують геологічне середовище соляного родовища; 2) Матеріально-балансове моделювання для оцінки кількісних показників розчинення; 3) Моніторинг стану гірничих виробок та поверхні, який полягав у аналізі стану ціликів, гірничих виробок та просідань поверхні у зоні впливу аварійного рудника; 4) Моніторинг небезпечних геологічних процесів, який полягав у фіксації спостережуваних змін інженерно-геологічних умов; 5) Гідрологічний моніторинг карстових озер, який полягав у аналізі змін рівнів та хімічного складу вод; 6) Комплексний гідрогеологічний моніторинг, який полягав у аналізі змін гідрогеологічних умов; 7) Аналіз даних моделювання та моніторингових спостережень і розробка моделей провалоутворення із виділенням стадій.

Слід відмітити, що карстові процеси, які спостерігаються сьогодні мають прямий причинно-наслідковий зв'язок з подіями, початок яких сягає жовтня 1978 року, коли на руднику № 2 стався аварійний прорив надсолевих вод у відпрацьовані камери № 115-116, а згодом і в камеру 122. Сумарний приплив розсолів становив до 1000-1500 м³/добу, як наслідок на цій ділянці в гірничі виробки рудника № 2 поступило більше 14 млн.м³ розсолів і утворилося біля 1900 тис.м³ підземних карстових порожнин в соленосному масиві (розрахунково, по виносу солей). Внаслідок сорокарічного витоку надсолевих вод в рудник № 2 в напорах вод горизонту гіпсово-глинистої шапки сформувалася депресійна лійка, що простягається від Трускавецького лісового масиву на південному сході до заплави р. Вишниця на північному заході і досягла площі 3910х960 м. В руднику №2 у місцях потрапляння і транспортування прісної води було зафіксовано у 2010-2014 роках численне руйнування міжкамерних ціликів та стелин, що спричинило просідання земної поверхні та утворення на попередньо визначеній земній ділянці карстових провалів у 2017; 2020 та 2025 роках. У межах гірничого відводу підприємства до сьогоднішнього дня геологічною службою підприємства задокументовано 32 карстових провали, перші із яких утворились ще у 1979 році, після

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

вищеописаного аварійного прориву у 1978 р надсолевих вод у рудник №2, значні по розмірах карстові провали утворювались 1993 р №14 = 2677 м³; 1998 р №16 = 1728 м³; 1999 р № 14а = 2618 м³; 2000 р № 18 = 6385 м³; 2004 р № 20 = 19393 м³; 2005 р № 22 = 3600 м³; 2007 р № 25 = 1950 м³, № 27, який утворився 30 вересня 2017 року, розміром 200*210 м, глибиною до 40 м над відробленими камерами 109-115 пласта 10 Пд-Сх.; 15 березня 2020 року на поверхні шахтного поля дільниці з консервації рудника №2 Стебницького родовища утворився карстовий провал № 30, розміром 100*75 м, глибиною до 50 м, у зоні розвантаження над відробленими підземними камерами 102-105 пласта 10 Пд-Сх, 15 лютого о 11:00 год відбулось різке просідання поверхні на шахтному полі рудника №2 орієнтовно 260 метрів на Південь від карстового провалу №27, воронка провалу овальної форми, розміром по площі 70*55 метрів, стінки вертикальні, дно карстової воронки заповнене водою, глибина провалу до води приблизно 20 метри, провал №32 розміщений над відробленими камерами 126-128 пласта 10 Пд-Сх, де у попередні десятиліття до 2010 року скидались перехоплені найбільш агресивні води із 5, 17, 16 та ін. зумпфів дренажного горизонту. Дана територія шахтного поля рудника 2 попередньо була визначена зоною потенційного провалу. Карстовий провал № 32 як і попередні №27 у 2017 та №30 у 2020 роках утворились внаслідок механічного руйнування бокових стінок і стелини відпрацьованих камер 126-128 пласта 10 Пд-Сх та природньої карстової порожнини у соленосному масиві витокм надсолевих вод в зоні розвантаження, початок утворення витоку сягає жовтня 1978 р [2].

Проведені дослідження дозволили обґрунтувати три моделі провалоутворення: 1. Модель порушення природних гідрогеологічних умов та первинного техногенного порушення геологічного середовища при видобутку соляної ропи із зони соляного дзеркала; 2. Модель порушення геологічного середовища при видобуванні калійних руд у руднику №2 Стебницького родовища камерним способом (камерною системою); 3. Модель порушення геологічного середовища та радикальних змін гідрогеологічних умов при активізації водопритоків у гірничі виробки, розвитку соляного карсту, підрізання ціликів, утворенні великих провалів та карстових озер у них. На підставі вивчення трьох найбільших карстових провалів № 27, 30 та 32, найбільш детально розглянута третя модель при розробці якої обґрунтовно сім стадій утворення великих провалів, що відповідає спостережуваним та детально вивченим гідрогеологічним умовам. Стадія 1. Потрапляння агресивних вод у видобувні камери, із підрізанням ціликів, їхнім обвалюванням та формування склепіння стійкої рівноваги, Стадія 1 є першопричиною утворення усіх трьох великих провалів: № 27, 30, 32. Стадія 2. Просідання над майбутнім провалом,

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

що на пряму залежить від рівня гідравлічного підпору затопленого рудника та може бути масштабним (провал № 27), помірним (провал № 30) та локальним (провал № 32). Стадія 3. Втрата стійкості склепіння та циліндричний провал у центрі склепіння стійкої рівноваги: у провалі № 27 тривала лічені хвилини та викликала техногенний землетрус, у провалах № 30 спостерігалась з дрона, провалі № 32 її прояви описані при польових дослідженнях; Стадія 4. Доцентрових обвалів: ймовірно не проявлялась при утворенні провалу № 27, тривала лічені години при утворенні провалу № 30 а Стадія 4. Доцентрових обвалів найбільш яскраво виражена при формуванні провалу № 32. Стадія 5. Зародження тріщин та осувних тіл із активізацією різноамплітудних, багатофазових, доцентрових осувів: найкраще проявлена над провалами № 27 та № 30, Амплітуди зміщень осунутих тіл коливаються від кількох десятків сантиметрів до 1.5-3,0 м, Стадія 6. Стабілізація осувних тіл у процесі формування карстових озер на прикладі провалу № 27; Стадія 7. Стабілізації осувних тіл у процесі фільтраційного розвантаження карстових озер у провалах № 27 та № 30 та витоку з останнього у річкову мережу,

За результатами проведених досліджень, можна зробити наступні висновки: Формування техногенно-порушеного геологічного середовища рудника № 2 Стебницького родовища калійних солей відбувається за трьома моделями: порушення природних гідрогеологічних умов та первинного техногенного порушення геологічного середовища при видобутку соляної ропи із зони соляного дзеркала, що відбувалось протягом багатьох століть із невеликими провалами біля ділянок видобування; Модель порушення геологічного середовища при видобуванні калійних руд у руднику №2 Стебницького родовища, призвело до появи водопритоків та середніх за розмірами провалів; Модель порушення геологічного середовища та радикальних змін гідрогеологічних умов при підрізання ціликів, утворенні великих провалів та карстових озер у них.

Список використаних джерел:

1. Дяків В.О. Еволюція розвитку техногенно-активізованого соляного карсту в межах Стебницького родовища калійних. / В.О. Дяків, З.З. Хевпа, В.Ю. Петришин // Восьма міжнародна науково-практична конференція "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування". Матеріали конференції. Львів. 2023. С. 438-45.

2. Хевпа З.З. Еколого-геодинамічна характеристика формування родовищ калійних солей (на прикладі Стебницького родовища Українських Карпат) / З.З. Хевпа // *Мінеральні ресурси України*. №3, Київ. 2024. С. 73-77.

Сергій ДРИГУЛИЧ,

*аспірант Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

**УПРАВЛІННЯ НАСОСНО-КОМПРЕСОРНИМИ ТРУБАМИ
ЗАБРУДНЕНИМИ ПРИРОДНИМИ РАДІОНУКЛІДАМИ**

Дослідженням проблеми радіоактивного забруднення обладнання та насосно-компресорних труб (далі – НКТ) на родовищах нафти та газу у Дніпровсько-Донецькій западині вперше займалися такі науковці як В.О. Шумлянський, М.Ю. Журавель та ін. [1-2].

При видобуванні нафти й газу, разом з вуглеводнями на поверхню піднімаються супутньо-пластові води (далі – СПВ), які вимивають з порід-колекторів ізотопи природних радіонуклідів, як правило це ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K та інші. При зміні тиску та температури із СПВ та «сирої нафти» відбувається відкладення мінеральних утворень, нафтошламів, що містять природні радіонукліди, на внутрішніх стінках насосно-компресорних труб і трубопроводів, обладнанні гирла свердловин, клапанах, насосах, сепараторах, резервуарах з супутньо-пластовою водою, сирою нафтою та конденсатом. Товщина відкладень у промислових трубопроводах із СПВ інколи може досягати до 80-100 мм, а на дні резервуарів інколи навіть й більше.

Обладнання та матеріали, що забруднені природними радіонуклідами, або згідно з [3-4] техногенно-підсиленими джерелами природного походження (далі – ТПДПП), не відносяться до радіоактивних відходів (далі – РАВ). Вторинні відходи (шлам) з індексом питомої активності природних радіонуклідів понад 10 000 Бк/кг, що може утворюватися в процесах дезактивації обладнання, юридичними особами Групи Нафтогаз, можуть бути віднесені до РАВ.

Інтенсивність, з якою відбуваються ці відкладення на нафтогазових об'єктах, коливається в дуже широкому діапазоні та має тенденцію до збільшення на завершальній стадії розробки родовищ, оскільки зростає обводненість продукції, внаслідок чого відбувається так зване «збагачення» осадів з ТПДПП, або згідно з міжнародною класифікацією NORM (Naturally-Occurring Radioactive Materials) – техногенно-підсилені радіоактивні речовини природного походження.

Окремі науковці помилково вважають, що товарна продукція (нафта, газ), відходи буріння та буровий інструмент можуть містити ТПДПП, однак моніторинговими дослідженнями фахівців юридичних осіб Групи Нафтогаз протягом декількох десятиків років не було виявлено жодного випадку перевищення норм радіаційної безпеки у товарній продукції та відходах

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

буріння. Таким чином, у трубопроводах і резервуарах з товарною продукцією (товарна нафта, конденсат, газ, нафтопродукти тощо), відходах буріння та на буровому інструменті відкладення з ТПДПП відсутні.

У більшості випадків ^{226}Ra є переважаючим радіонуклідом (період піврозпаду – 1600 років), хоча також можуть бути виявлені підвищені концентрації ^{228}Ra та ^{210}Pb , залежно від типу процесу, що призводить до утворення відкладення, осаду.

Утворення цих осадів ускладнює технологічні процеси, зменшуючи ефективні внутрішні прохідні отвори труб, насосів, клапанів та іншого обладнання. Крім цього, при ремонті резервуарів необхідно зачистити дно від мінеральних осадів чи нафтошламів. Тому його видалення часто стає необхідним виключно з експлуатаційних міркувань, яке здійснюється працівниками підприємств нафтогазової галузі. Шлам зазвичай складається з мінеральних відкладень (кальциту, гіпсу, глинозему, кремнезему, бариту, хлоридів калію та натрію), оксидів заліза (іржа), супутньо-пластової води та незначної кількості вуглеводнів. До нафтошламу входять важкі вуглеводні (бітуми, асфальтени, парафіни тощо), мінеральні домішки та супутньо-пластова вода. Нафтошлам може бути у твердому і рідкому стані, в залежності від вмісту у ньому вуглеводнів та супутньо-пластової води.

Виведення з експлуатації НКТ та іншого обладнання відбувається виключно за технічними параметрами, і наявність у ньому природних радіонуклідів не є перешкодою для його подальшої експлуатації, з дотриманням правил радіаційної безпеки із захисту персоналу та довкілля.

Експлуатація, обслуговування, ремонт, демонтаж обладнання, зачистка резервуарів, навантажувально-розвантажувальні операції, перевезення, сортування та тимчасове зберігання обладнання і матеріалів, що забруднені природними радіонуклідами здійснюється персоналом підприємств нафтогазової галузі України з дотриманням правил радіаційної безпеки.

Відпрацьоване обладнання, НКТ та шлами тимчасово зберігаються на спеціально облаштованих майданчиках підприємств нафтогазової галузі, які у минулому передавалися державним спеціалізованим підприємствам, згідно з договорами в установленому порядку. Частково, комерційні підприємства як посередники без наявності технологій з дезактивації та об'єктів для довгострокового зберігання надавали послуги з перевезення НКТ на об'єкти державних спеціалізованих підприємств у Зону відчуження, без подальшої дезактивації. Тобто, НКТ переміщалися лише у просторі з майданчиків підприємств нафтогазової галузі (Рис 1) на майданчики державних спеціалізованих підприємств (Рис 2).

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

Однак, через переповнення складів і цілий ряд інших об'єктивних та суб'єктивних обставин призупинено надання послуг по прийманню матеріалів та обладнання забрудненого ТПДПП. Таким чином на території виробничих майданчиків юридичних осіб Групи Нафтогаз вже накопичено декілька тисяч тон забрудненого НКТ. Тому через нерозуміння і страх населення перед «радіацією» зростає соціальна напруга у місцях їх тимчасового зберігання.



Рис. 1. Майданчик тимчасового зберігання забрудненого НКТ



Рис. 2. Майданчик тимчасового зберігання НКТ у Зоні відчуження

Таким чином, назріла нагальна потреба затвердження Стратегії поводження з матеріалами, обладнанням і відходами нафтогазовидобувної промисловості, забрудненими радіонуклідами природного походження та

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

створення у Зоні відчуження спеціалізованого підприємства нафтогазової галузі України з дезактивації НКТ та будівництва поверхневого і приповерхневого сховища для вторинних дуже низькоактивних та низькоактивних РАВ згідно наукових досліджень та напрацьованих рекомендацій [5-7].

Список використаних джерел:

1. Шумлянський В. О. Техногенне забруднення радіоактивними елементами на родовищах корисних копалин / В. О. Шумлянський, А. Г. Субботін, А. Х. Бакаржієв та ін. К.: Знання України, 2003. 133 с. URL : <https://surl.li/qkqxem>.
2. Проблема радіоактивного забруднення навколишнього середовища під час розробки нафтових родовищ України / М. Ю. Журавель, П. В. Ключко, С. В. Лоцкін та ін. Нафтова і газова промисловість. 1997. №2. С. 48–51.
3. Державні санітарні норми, правила, гігієнічні нормативи. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – К., 1997. – 121 с. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0062282-97#Text>
4. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ-2005). – К., 2005. – 103 с. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05#Text>
5. Дригулич П. Г. Проблемні аспекти поводження з шламами, забрудненими природними радіонуклідами. Нафтогазова галузь України. 2014. №6 (12). С.40-45. URL : <https://surl.li/dneigc>.
6. Проблемні аспекти поводження з насосно-компресорними трубами, що забруднені природними радіонуклідами / П. Г. Дригулич, А. В. Пукіш, В. А. Новоставський, М. П. Шпек. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2015. № 3. С. 134-139. URL : <https://surl.li/yooqco>.
7. Дригулич П.Г. Які шляхи вирішення проблеми поводження з матеріалами, забрудненими природними радіонуклідами у нафтогазовій галузі? Журнал «SUSTAINABILITY LEADER'S GUIDE» – 2023. – № 1 (1). С.30-40. <https://ukraine-oss.com/articles/yaki-shlyahy-vyrishennya-problemy-povodzhennya-z-materialamy-zabrudnenymy-prirodnymy-radionuklidamy-u-naftogazovij-galuzi/>

Дутко С.Л.,

*студентка КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» (ОПП Землевпорядкування)»*

Грабовенська М.З.,

*викладач циклової комісії геології, геодезії та землеустрою
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТІВ: ПРОБЛЕМА, ЯКА ОХОПЛЮЄ ВСЕ БІЛЬШЕ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Кислотність ґрунтів — це характеристика, яка визначається концентрацією водневих іонів (H⁺) у ґрунтовому розчині. Вона вимірюється показником рН,

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

що відображає від'ємний логарифм активності водневих іонів. Якщо рівень рН менше 7 — ґрунт вважається кислим, близько 7 — нейтральним, а понад 7 — лужним. Реакція ґрунту є ключовим параметром, що визначає його хімічні властивості, і має безпосередній вплив на доступність поживних речовин для рослин. Крім того, рН сильно впливає на життєдіяльність усіх живих організмів у ґрунті — мікроорганізмів, грибів, водоростей. Незважаючи на сучасний рівень розвитку аграрної науки, значна частина фермерів і досі не має точних даних щодо кислотності своїх ґрунтів. Це є суттєвим недоліком, оскільки саме цей фактор може серйозно впливати на врожайність вирощуваних культур.

Основні причини зростання кислотності полягають у природних і антропогенних процесах. Одним із головних чинників є надмірна кількість опадів, які сприяють вимиванню з ґрунту таких основних елементів, як кальцій, магній, калій та натрій, що зазвичай нейтралізують кислотність. До цього додаються процеси розкладання органічної речовини, які також підвищують концентрацію водневих іонів. Вирощування високопродуктивних культур, що активно споживають поживні речовини, сприяє збідненню ґрунтів і, як наслідок, зміщенню рН у кислий бік. Крім того, геологічне походження ґрунтів відіграє важливу роль: ті, що утворилися на основі гранітів, зазвичай більш кислі, ніж ті, що виникли на основі вапняків чи сланців. Місцеві кліматичні умови також істотно впливають на рівень кислотності: у вологих регіонах ґрунти мають значно більший потенціал до закислення.

Проблема кислотності ґрунтів охоплює дедалі більше регіонів України і вже давно вийшла за межі лише поліських територій. За останні десятиліття спостерігається активне підкислення ґрунтів навіть у раніше нейтральних або слаболужних зонах, таких як Лісостеп і навіть частково Степ. Згідно з даними агрохімічного обстеження земель, на сьогодні понад 20% ріллі України мають підвищену або критично високу кислотність. Найбільше страждають ґрунти Житомирської, Рівненської, Волинської, Чернігівської та частково Київської областей, де рН ґрунту подекуди знижується до 4,5–5,0, що є несприятливим для вирощування більшості культур. Водночас в окремих господарствах Сумщини, Полтавщини та навіть Харківщини вже також фіксують погіршення показників кислотності через активне застосування мінеральних добрив без проведення коригувальних заходів. Оскільки більшість фермерів не мають доступу до регулярної агрохімічної діагностики, вони не завжди усвідомлюють проблему на ранніх етапах. У результаті — зниження врожайності, погіршення якості продукції та деградація ґрунтів. Ця тенденція потребує уваги на державному рівні, зокрема — у вигляді створення регіональних програм з вапнування та контролю кислотності.

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

Кожна культура потребує свого рівня кислотності. Занадто лужні ґрунти погіршують розчинність і засвоєння елементів живлення (особливо марганцю, заліза, цинку, бору), що знижує урожайність. На таких ґрунтах краще працюють хелатні добрива, які подають через систему зрошення або позакореневе підживлення. Крім того, у лужному середовищі знижується ефективність деяких препаратів. Наприклад, проти фузаріозу використовують беномільні засоби, але на Півдні вони погано діють через лужність. Тому застосовують двоетапну обробку: спочатку додають до води фосфорну або азотну кислоту, потім сам препарат. Це значно підвищує лікувальний ефект. Проте такі дії дають тимчасовий результат. Для довготривалої зміни властивостей ґрунту застосовують меліорацію, зокрема гіпсування — внесення гіпсу (сульфату кальцію). Гіпс заміщує натрій у ґрунтовому комплексі, і його можна вимити з орного шару. Це покращує структуру ґрунту, забезпечує повітропроникність, зменшує утворення ґрунтової кірки після дощу чи поливу, що важливо для проростання насіння. Гіпсування особливо важливе на солонцюватих ґрунтах південних регіонів.

Кислотність ґрунтів є серйозною агроекологічною проблемою, яка дедалі більше охоплює територію України. Її наслідки проявляються у зниженні врожайності, погіршенні якості ґрунтів, зменшенні біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів та втраті економічної ефективності агровиробництва. Особливо небезпечно те, що процес підкислення часто є прихованим, і фермери виявляють його вже на стадії втрат врожаю. Проблема вимагає комплексного підходу: регулярного моніторингу кислотності, системного вапнування, впровадження органічного землеробства та науково обґрунтованого використання мінеральних добрив. Окрім заходів на рівні окремих господарств, необхідна підтримка на державному рівні. Має бути створена національна програма меліорації кислих ґрунтів із субсидуванням вапнування та підтримкою агрохімічного обстеження земель. Також важливо активізувати просвітницьку роботу серед фермерів і агрономів, щоб вони розуміли небезпеку цієї проблеми та знали способи її усунення. Лише завдяки скоординованим діям держави, науковців та аграріїв можна зупинити деградацію ґрунтів і забезпечити продовольчу безпеку України в майбутньому.

Список використаних джерел:

1. Балицький, Ю. В. (2019) Агрохімія. Київ: Видавництво Ліра-К.
2. Бортник, В. І. (2021) Кислотність ґрунтів і шляхи її зниження. АгроЕксперт, №5, с. 14–17.
3. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Агрохімічний паспорт ґрунтів України

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

4. Іваненко, О. М. (2020). Вапнування кислих ґрунтів як елемент стабілізації землеробства. Ґрунтознавство, №2, с. 23–28.
5. ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського”. Аналітичні матеріали щодо кислотності ґрунтів України

Ольга КОКОЄЙКО,

*викладач циклової комісії геології, геодезії та землеустрою
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Олена ЛЕХКАР,

*викладач циклової комісії геології, геодезії та землеустрою
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Лілія БІЛИНСЬКА

*здобувач освіти спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій”
ОПП “Землевпорядкування”
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м. Дрогобич Україна*

НЕБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОГЕННІ ОБ'ЄКТИ У ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ

В останнє десятиліття різко зросли обсяги техногенних забруднень природних вод у межах України, в тому числі забруднень вод Азовського і Чорного морів. У зв'язку з цим нагальною стала необхідність розвитку на всіх рівнях природокористування (локальному, регіональному, державному) відповідних систем ефективного екологічного контролю всіх складових гідросфери. Такий контроль здійснюється впровадженням систем екологічного моніторингу, екологічного аудиту й екологічної паспортизації всіх водних об'єктів.

Сьогодні в Україні система екологічного контролю водних об'єктів практично не діє. Основними причинами цього є відсутність локальної і регіональної ефективної політики, відсутність коштів на природоохоронні заходи в бюджетах регіонів, низькі рівні екологічної культури і свідомості людей (особливо керівного персоналу). Підвищення рівнів екологічної безпеки та реалізація програм екологічно безпечного розвитку можливі лише за умов підвищення рівнів екологічної освіти і культури населення, організації ефективного екологічного контролю господарської діяльності, в тому числі у сфері водокористування. У сфері водокористування підлягають удосконаленню чинні екологічні нормативи і стандарти, Водний кодекс України, законодавчі документи (підвищення відповідальності за порушення природоохоронного законодавства, значне посилення мір покарання, збільшення штрафів за заподіяну екологічну шкоду). Посилення екологічного контролю можливе через впровадження екологічної паспортизації спочатку найважливіших і найбільш

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

еконебезпечних об'єктів господарювання, а в перспективі – всіх об'єктів людської діяльності. В системі екологічного контролю (екологічний моніторинг-екологічний аудит екологічна паспортизація) екологічна паспортизація сьогодні є важливим і необхідним завершальним етапом і одним із головних важелів ефективної екологічної політики та управління [1].

У сучасній Україні процес екологічної паспортизації перебуває в зародковому стані, що серйозно гальмує усунення регіональних і національних екологічних загроз.

Перші спроби здійснення екологічної паспортизації промислових об'єктів і розроблення структури екологічного паспорта робили в Україні ще в 1990-х роках. Сьогодні вже безсумнівно, що екологічний паспорт є дуже важливим документом, який містить усю необхідну для вирішення природоохоронних питань інформацію і сприяє ефективному екологічному контролю.

В останнє десятиліття в усьому світі дедалі активніше використовують шельф мілководну морську зону (завглибшки до 200 м) морів і океанів для видобування мінеральних і біологічних ресурсів, розвитку туризму і рекреації, будівництва. Повною мірою це стосується й шельфової зони Азово-Чорноморського регіону України. Зі збільшенням обсягів людської діяльності в межах шельфової зони посилюються екологічні ризики для її екосистем. Для їх збереження реальною стала гостра потреба контролю видів та обсягів людської діяльності на шельфі не тільки за участю рибних, екологічних і санітарно-гігієнічних інспекцій, екологічних аудитів, експертиз, а й за допомогою впровадження екологічної паспортизації об'єктів діяльності на морі, окремих акваторій-бухт, заток, проток. Адже екологічна паспортизація є найбільш детальним, відповідальним та ефективним засобом (формою) екологічного контролю.

Екологічний паспорт комплексний нормативно-технічний документів якому міститься інформація, необхідна для вирішення низки таких еколого-економічних завдань: оцінювання впливу різних техногенних забруднень на здоров'я людей та екосистем (обсяги, види, джерела забруднень), оцінювання наявних на об'єктах планів і програм екологізації, відповідальних за це осіб; специфіка взаємовідношень об'єктів із навколишнім середовищем (від займаної площі, кількості, висоти та особливостей будинків, споруд, доріг, комунікацій, складів до кількості споживаної води, енергії, мінеральної сировини); кількість і специфіка відходів виробництва, особливості їх зберігання та утилізації; кількість працюючих, рівень екологічної культури робітників і керівництва та ін. За наявності екологічних паспортів здійснення чергових екологічних аудитів, перевірок, експертиз є значно ефективнішим і об'єктивнішим, із

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

зазначенням осіб, відповідальних за порушення природоохоронного законодавства.

2010-2013 рр. автори розробили кілька проектів типових екологічних паспортів різних техногенних об'єктів на морі, які становлять підвищену екологічну небезпеку [1]. На сьогодні одним із найбільш екологічно небезпечних техногенних об'єктів на морі є морська нафтогазодобувна платформа (МНГВП).

Як має бути складений проєкт структури та змісту екологічного паспорта акваторії.

Відомості про особу, яка склала паспорт Дата виконання екологічної паспортизації

1. Загальні відомості

- назва акваторії, її місцезнаходження, площа, адміністративна належність, наявність та особливості населених пунктів на узбережжі, географічні координати центра акваторії.

2. Фізико-географічна характеристика

- точні географічні координати всіх крайніх точок акваторії (градуси, мін, сек), прив'язка до відомого (порт, місто, селище) географічного об'єкта на березі (форма, найбільші довжина і ширина акваторії);
- глибини акваторії та особливості рельєфу дна (бажано мати батиметричні карти, а також профілі глибини у певних напрямках);
- характер донних ґрунтів (мули, піски, черепашник, гравій чи галька, скельні породи, глини чи суглинки або супіски тощо; склад порід, їх фізико-механічні та фізико-хімічні властивості).

3. Метеорологічні умови

- температури повітря (сезонні, максимальні, мінімальні);
- середньорічна кількість опадів, посезонні їх зміни;
- напрямки і швидкості вітру, середні і переважні, сезонні зміни.

4. Гідрологічні умови

- температури води на поверхні (середні, максимальні, міні-мальні), температури на глибині;
- солоність води (середня, максимальна, мінімальна; солоність, як і температура води, є дуже важливою характеристикою водних екосистем);
- прозорість води;
- колір води;
- переважний напрямок і швидкість течій, їх режим;
- вітрові хвилювання акваторій, розміри хвиль, їх зміни за порами року, вплив на береги; швидкість поширення хвиль.

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

5. Гідрохімічна характеристика вод акваторії (показники якості води)

- головні іони (макроелементи), розчинені гази, водневий показник (pH), компоненти карбонатної системи, лужність, біогенні елементи, органічні речовини, забруднювальні речовини;
- індекси забрудненості вод (ІЗВ) і гранично допустимі концентрації (ГДК), які мають бути взяті для оцінки якості вод акваторії (води дуже чисті ІЗВ до 0,25, це I клас якості; води помірно забруднені ІЗВ 0,75-1,25, III клас якості; води дуже забруднені ІЗВ > 5,0, VII клас якості).

Для оцінки якості води акваторій, які використовують у рибогосподарській галузі, для розведення водоростей, молюсків, визначають ГДК нафтових вуглеводнів, фенолів, поліхлорфенілів, важких металів (Cd, Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Ni, Hg, As, Pb, Sn, Cr, Zn, Se та ін.), нітрит- і нітрат-іонів, катіонів кальцію і магнію, сульфатіонів, хлорид-іонів, pH; важливо фіксувати площу водойми, вкриту нафтовою плівкою, а також наявність будь-яких запахів, біохімічне споживання кисню, визначати наявність сполук фосфору (фосфатів), кремнію (H₂SiO₃-, H₂SiO₄), сірководню, розчинених пестицидів, радіоактивних речовин, хімічних отруйних речовин (іприт, люїзит, зарин, зоман та ін.).

6. Гідрофізична характеристика

- шуми, вібрації від морського транспорту, бурових платформ, земснарядів та інші, вплив штучного освітлення.

7. Забруднення донних відкладів (грунтів) акваторії

- нафтопродукти, загальні хлорорганічні сполуки (поліхлорованібіфеніли), важкі метали (Fe, Cd, Mn, Cu, As, Hg, Pb, Cr, Zn);
- мікробіологічні особливості (загальна кількість гетеротрофів, кількість нафтоокиснювальних бактерій);
- радіоактивні забруднення;
- пестициди, нітрати, фосфати, хімічні отруйні речовини.

8. Джерела забруднення акваторії

- морський транспорт (види, інтенсивність, сезонна динаміка, особливості шумових та інших забруднень);
- морська гірничодобувна техніка (види, особливості впливу на гідробіонтів);
- рибальство, туристична діяльність;
- демпінг;
- змив забруднювальних речовин із суходолу (побутові скиди в море, змив хімічних речовин із сільськогосподарських угідь).

9. Характеристика підводних об'єктів антропогенного походження

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

- затоплені кораблі та інша техніка, підводні звалища, підводні трубопроводи та інші (кількість об'єктів, координати місцезнаходження, короткий опис об'єктів, приблизна оцінка ступеня екологічної небезпеки).

10. Гідробіологічна характеристика

- видовий склад, чисельність, біомаса, панівні види, види-індикатори стану води фітопланктон, зоопланктон, іхтіопланктон, макрофітобентос, макрзообентос; види, занесені до Червоної книги України.

11. Рибогосподарська характеристика акваторії

- видовий склад, чисельність, біомаса, екологічна структура іхтіофауни, домінуючі види, види, занесені до Червоної книги України.

12. Інженерно-геологічна характеристика дна акваторії

- характер, ступінь ерозії, стійкість берегової зони (висота і форма берега, склад порід, їх фізико-механічні властивості, особливості екзогенних геологічних процесів);
- особливості гідролітодинаміки в прибережній зоні шельфу (до глибини 15-20 м);
- особливості розвитку підводних каньйонів;
- наявність та особливості підводного розвантаження підземних вод;
- характер зсувоутворення;
- сейсмічні умови району;
- наявність та особливості прибережної і мілководної розробки (видобування) корисних копалин (гравій, пісок, газ, нафта);
- оцінка впливу підводних інженерних комунікацій (трубопроводи, кабелі зв'язку, підводні технічні споруди та ін.);
- оцінка впливу на екосистеми моря робіт із підймання різних затонулих техногенних об'єктів.

13. Господарське використання акваторії

- користувач ділянки моря;
- свідоцтво про реєстрацію юридичної особи-власника акваторії;
- рішення про відведення ділянки акваторії для певного користування (номер, дата, ким видано, відповідні печатки);
- вид господарської діяльності в межах акваторії та терміни користування;
- оцінка потенційних екологічних ризиків від господарської діяльності.

14. Висновки про екологічний стан акваторії

- ступінь екологічної безпеки;
- основні причини екологічних негараздів;
- особи, відповідальні за порушення екологічних норм і законодавства щодо природокористування;

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

- попередні оцінки щодо нормалізації екологічних умов акваторії, відомості про виконавців екологічної паспортизації (ПБ, посада, вчене звання, організація, документ-підтвердження необхідності виконання особою екологічної паспортизації).

Список використаних джерел:

1. Адаменко О.М., Рудько Г.І. Наукові та методичні основи спеціальностей «Прикладна екологія» та «Екологічна геологія» // Вісн.Укр.Дому економ. та наук.-техн.знань.К.,1998. – с. 72-74
2. Палмер Д. Земля/ За ред. Джеймса Ф.Лера.-К.: Енциклопедія, 2005. – 847 с.
3. Рудько Г.І., Бала Г.Р. Основні біостратиграфічні етапи історії Землі. – Київ, 2014. – 224с.
4. Рудько Г.І., Адаменко О.М. Землелогія. Еколого – ресурсна безпека Землі.- К.: Академпрес, 2009. – 512 с.

Леся ПАРАЩАК,

*викладач циклової комісії Геології, геодезії та землеустрою
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Михайло КОБЛИК,

*здобувач освіти КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,
спеціальність 103 “Науки про Землю”
м.Дрогобич, Україна*

НОВА ТЕОРІЯ ПРО НЕВИЧЕРПНІСТЬ І ЕКОЛОГІЧНІСТЬ ГЛИБИННИХ НАФТОГАЗОВИХ РЕСУРСІВ

Нещодавно беззаперечно панувала думка про те, що нафта і газ є вичерпними енергетичними ресурсами, а їх видобуток створює екологічну небезпеку, що суттєво стримує розвиток нафтогазової справи.

Проте останнім часом з'явилися переконливі докази, які змінюють уявлення про походження і міграцію вуглеводнів, кардинально переорієнтовують ставлення до вуглеводних покладів як до відновлюваних, невичерпних джерел енергії, інтенсифікація й оптимізація видобутку яких дає можливість вирішити важливі соціально-економічні та глобальні екологічні проблеми людства.

Ще у 1867 р. думку про глибинне походження нафти вперше висловив учений Конкад, якого підтримали відомі на той час дослідники земних надр Фуке, Сараску, Кобалеску, Мурчоні та інші.

Незважаючи на очевидність і доведеність фактів відновлення родовищ, більшість фахівців нафтогазової геології твердо стояли на позиції вичерпності вуглеводних ресурсів. Так, головний геолог Геологічної служби США Д.Уайт у

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

1920 р. доводив, що видобуток нафти в США досягне свого максимуму через 3–5 років, після чого піде на спад, і його у цьому підтримала Американська асоціація геологів-нафтовиків, хоча сьогодні видобуток нафти удесятеро більший, ніж тоді, і продовжує інтенсивно нарощуватися.

Думка про занепад нафтової промисловості нав'язувалася також і в колишньому СРСР. Твердження фахівця з ядерної фізики та енергетики, президента АН СРСР академіка А.Александрова про близьке вичерпання світових ресурсів нафти і газу і про відмирання нафтової промисловості негативно вплинули на розвиток галузі. У 70-х роках ХХ ст. широким фронтом почали споруджуватися атомні електростанції в Україні.

У формуванні суспільної думки про вичерпність світового потенціалу вуглеводнів найбільшу роль відіграють політики. Організація країн — експортерів нафти (ОПЕК) як монополістів її постачання зацікавлена в особливому ставленні до нафти як до ресурсу, що закінчується, а тому нафта цих країн має особливе значення для світової економіки. *За рахунок своєї нафти країни ОПЕК вдаються до спроб керувати сучасним світовим економічним життям.* Час від часу вони зменшують видобуток нафти, підвищують ціни на неї, встановлюють ембарго на її постачання в країни за своїм політичним вибором, що призводить до частих економічних потрясінь у світі та окремих країнах.

Те саме відбувається і з газом. З допомогою вентиля на трубі, через яку подається газ, монополісти нав'язують свою політику в державах, залежних від газових поставок.

Проте виявлення великих покладів нафти і газу в Північному, Середземному, Каспійському морях, в Атлантичному океані поблизу берегів Нігерії, Анголи й Бразилії, у Мексиканській затоці свідчить про те, що нафта ще довго слугуватиме людству. А відкриття гігантських скупчень метану на дні Світового океану в газогідратному стані дає підстави стверджувати, що вуглеводні на Земній кулі практично невичерпні.

При дослідженні зразків порід із не газоносних районів встановлено наявність у них газу, що свідчить про те, що із надр Землі повсюди і постійно надходить потужний потік вуглеводнів, який фіксується газовимірними приладами.

Перші масштабні дослідження в Україні проблеми відновлення покладів вуглеводнів з метою нарощування ресурсного потенціалу родовищ, які досягли високого ступеня виробленості початкових видобувних запасів, були здійснені на замовлення НАК "Нафтогаз України" колективом провідних українських науковців з нафтогазової геології.

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

За результатами проведених досліджень було розроблено пропозиції нових підходів до теорії нафтогазоутворення та врахування їх в оцінці ресурсів нафти і газу і при розробці їхніх родовищ. Вони були побудовані на принципах відновлюваності покладів, ощадливого видобутку, збалансованого з темпами регенерації, керування процесом вилучення вуглеводнів, безперервного всеохоплюючого моніторингу і фундаментальних досліджень.

Розроблено пропозиції щодо подальшого системного вивчення явища відновлення покладів вуглеводнів у нафтогазоносних регіонах України відповідно до тенденції досліджень цієї проблематики в передових країнах світу.

Одним із стримуючих факторів інтенсивного розвитку галузі є значно перебільшене уявлення про те, що нафтогазовидобуток є екологічно небезпечним. Проте дослідженнями переконливо доведено, що більшу загрозу становлять не техногенні, а власне природні нафтогазові викиди та інші подібні катаклізми.

Значну загрозу для навколишнього середовища становить діючий грязьовий вулкан Старуня в Івано-Франківській області, який уперше проявив себе у 1977 р. після землетрусу в горах Вранча в Румунії. Відтоді вулкан через десятки активних міні-кратерів виливає на поверхню значну кількість бруду, нафти і газу. Цей об'єкт входить до комплексу геологічної пам'ятки загальнодержавного значення, хоча за логікою його необхідно віднести до джерела забруднення навколишнього середовища і ліквідувати або забезпечити кероване його використання за спеціальними технологіями.

Природні викиди вуглеводнів створюють у край небезпечну ситуацію в нафтогазовидобувних регіонах. Вибух вуглеводнево-повітряної суміші, що проникла із газоносних пластів у підвальні приміщення у м. Бориславі у 1972 р., призвів до загибелі 20 людей і значних руйнувань.

Дослідженнями, проведеними Науково-дослідним і проектним інститутом ПАТ "Укрнафта", було встановлено, що головним заходом зменшення загазованості атмосфери метаном території м. Борислава та інших населених пунктів у видобувних регіонах є інтенсифікація й оптимізація нафтогазовидобутку і відновлення всіх недіючих старих свердловин та інших гірничих виробок.

Унаслідок проведеного аналізу даних про сучасні потужні викиди та виливи вуглеводнів із надр на земну поверхню в нафтогазоносних басейнах світу встановлено, що нафтогазонакопичення є лише дрібним побічним явищем на тлі набагато масштабнішого (у багато тисяч разів) процесу глибинної вуглеводневої дегазації Землі, при якому через розріз земної кори проходять величезні обсяги вуглеводнів на шляху в гідросферу і атмосферу. З огляду на це

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

розмови про суттєвий антропогенний вплив на процеси формування парникових газів, а відповідно, і на глобальне потепління на планеті є безпідставними.

У працях відомих учених світового рівня наведено результати досліджень, які свідчать про те, що глобальне потепління внаслідок господарської діяльності людини є лише науковою гіпотезою (поки що ніким не підтвердженою), яка суперечить відомим фактам з геології й кліматології та є зняряддям галасливої групи науковців і політиків, які намагаються нав'язати свої переконання іншим.

Попри беззаперечність доказів, які підтверджують факт існування явища підживлення вуглеводневих покладів, його не враховують масово та належним чином при розвідці й освоєнні родовищ нафти і газу. На сьогодні недооцінюється вплив глибинної дегазації Землі на навколишнє середовище.

Серед основних заходів головну роль відведено оприлюдненню однозначно зрозумілої широкому загалу інформації про всюдисущі процеси глибинної дегазації Землі та їх істотний вплив на навколишнє середовище і на формування енергетичних та інших життєво важливих ресурсів.

Реалізація концепції на початкових етапах не потребує кардинальних реформ і значних інвестицій, але мобілізація і концентрація наявних фінансового, наукового, технічного і кадрового потенціалу на цьому напрямку одразу дасть відчутні результати, які в подальшому стануть значним поштовхом для більш масштабних дій.

Широкомасштабні роботи з інтенсифікації видобутку газу згідно з концепцією суттєво зменшують природне забруднення атмосфери, що сприяє вирішенню глобальних екологічних проблем.

Українські сервісні і бурові підприємства володіють сучасними технологіями, мають достатній досвід відновлюваних робіт світового рівня і спроможні забезпечити необхідні темпи інтенсифікації та оптимізації.

Сучасні технології ізоляційних робіт при освоєнні родовищ практично виключають міжпластові перетоки і викиди вуглеводнів на поверхню, а тому техногенні загрози при сучасних технологіях будівництва свердловини зведено до мінімуму, і ризики при цьому не перевищують ті, які створюються в інших галузях промислової діяльності. А власне видобуток нафти і газу — це найбільш екологічно чисте виробництво. Характерним прикладом цього є видобуток нафти і газу безпосередньо у парках, зонах відпочинку і на територіях житлових комплексів Борислава, курортах Східниці та інших населених пунктів нафтопромислових районів.

Виділення водню із надр Землі - закономірне і пояснене вже давно різними спеціалістами. Наразі його треба вивчати якомога детальніше, з

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

прив'язкою до конкретних родовищ, для науково обгрунтованої інтенсифікації безпечного видобутку вуглеводнів. Цей напрямок може стати одним із пріоритетних і перспективних в українській науці.

Список використаних джерел:

1. Маєвський Б., Лозинський О. – Прогнозування, пошуки та розвідка нафтових і газових родовищ. Київ, Наукова думка 2004, підручник– 446 с.
2. Мончак Л. С., Омельченко В. Т. – Основи геології нафти і газу. Івано Франківськ, Факел 2004р. – 276ст.
3. Михайлов В.А., Крупський Ю.З. та ін. Перспективи газонасиченості ущільнених порід нафтогазоносних басейнів України. – Київ: ДНВП «Геоінформ України», 2011р.
4. Нафтогазоперспективні об'єкти України / І. І. Чебаненко, П. Ф. Гожик, В. О.Краюшкін та ін. – К. : ДП МОУ "Варта", 2006. – 264 с.

Арсен ПУКІШ,

*начальник служби охорони довкілля і
моніторингових досліджень ПАТ «Укрнафта», д.т.н., м. Івано-Франківськ*

Петро ДРИГУЛИЧ,

*менеджер Відділу екологічної та радіаційної безпеки
НАК «Нафтогаз України», к. геол .н., м. Київ*

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ, ЯКІ ПОТРЕБУЮТЬ ВИРІШЕННЯ

1. **Обладнання та матеріали з NORM** (Naturally-Occurring Radioactive Materials) – техногенно-підсилені радіоактивні речовини природного походження). Під час видобування нафти і газу відбувається забруднення обладнання та насосно-компресорних труб (далі – НКТ) мінеральними і бітумними утвореннями з природними радіонуклідами. Крім цього, у резервуарах з супутньо-пластовою водою, сировою нафтою та конденсатом та інших посудинах чи апаратах відкладаються шлами і нафтошлами, що містять природні радіонукліди.

На даний час тільки у юридичних осіб Групи Нафтогаз накопичилося вже близько 4000-5000 т забруднених НКТ. Раніше ці НКТ передавалися на зберігання спеціалізованим підприємствам корпорації ДК "УКРДО "РАДОН" або Державному спеціалізованому підприємству "Центральне підприємство з поводження з радіоактивними відходами" (ДСП "ЦППРВ") у Зоні відчуження, без будь-якої подальшої їх дезактивації. На території цих підприємств також накопичено вже декілька тисяч тон забруднених НКТ.

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

2. **Відходи буріння.** У більшості бурових підприємств відсутні об'єкти з оброблення відходів буріння. Особливо це стосується напіврідких і рідких відходів: відпрацьованих бурових розчинів та бурових стічних вод при безамбарному методі буріння. У минулому в АТ «Укргазвидобування», була спроба з оброблення відходів буріння. Так у 2004-2005 рр., був збудований «Вузол з перероблення і утилізації відходів буріння на Яблунівському НГКР», однак він не працював жодного дня, тільки декілька разів запускали для піару і публікацій у медіа. Наданий час обладнання з цього вузла демонтовано і передано на бурові.

3. **Супутньо-пластові води.** Погодження технологічних проектів повернення супутньо-пластових вод не вирішується з 2015 року. Всі проекти провадження планованої діяльності з видобування нафти та природного газу, глибокого буріння, видобування прісних підземних вод у відповідності до вимог Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» проходять процедуру з оцінки впливу на довкілля та отримують позитивні висновки, у яких оцінюється вплив проектної діяльності як допустимий.

Реалізація всіх проектів з дослідно-промислової розробки родовищ (покладів) та проектів промислової розробки родовищ, консервація, ліквідація свердловин тощо, здійснюється лише після погодження з органами Держпраці у відповідності до «Положення про Державну службу України з питань праці», яке затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 лютого 2015 р. № 96 та згідно з Правилами розробки нафтових і газових родовищ, які затверджені наказом Мінприроди від 15.03.2017 № 118. Як правило, у цих проектах ДПР чи проектах промислової розробки родовищ розглядається вплив діяльності на всі аспекти довкілля, у т. ч. у них **міститься розділ з повернення супутньо-пластових вод до підземних горизонтів.**

Міндовкілля пропонує «полегшення»: «Повернення супутньо-пластових вод нафтогазових родовищ до підземних горизонтів є складовою планованої діяльності із видобування корисних копалин, яка провадиться з урахуванням вимог Закону України «Про оцінку впливу на довкілля».

4. **Процедура ОВД.** Відсутні чіткі критерії визначення планованої діяльності, яка не підлягає оцінці впливу на довкілля, особливо критерії визначення розширень і змін діяльності та об'єктів, які не підлягають оцінці впливу на довкілля. Тому більшість підприємств нафтогазової галузі проходять процедуру з оцінки впливу на одні й ті ж об'єкти довкілля по декілька разів, витрачаючи при цьому значні часові та фінансові ресурси.

5. **Забруднення ґрунтів.** Не внесено зміни до Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства» від 27 жовтня 1997р.

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

№171 (далі – Методика). Згідно додатку 1 Методики нафту і нафтопродукти чомусь віднесено до першої групи небезпеки як надзвичайно небезпечні, ГДК/ОДК для яких встановлено менше 0,2 мг/кг.

Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин» від 15 грудня 2021р. № 1325 встановлено величину гранично допустимої концентрації (ГДК) в ґрунті з урахуванням фону (кларка) для бензолу – 0,3 мг/кг, нафти – 1000 мг/кг і нафтопродуктів - 1000 мг/кг для земель нафтогазової галузі та 500 мг/кг для всіх інших земель.

Таким чином, існує суперечність між положеннями зазначених документів: наказом Мінприроди та постановою Уряду.

6. Загазованість територій. Специфічність геолого-тектонічних умов території м. Борислава призвела до формування відповідної природно-техногенної системи та є однією з основних причин загазованості. Крім цього неконтрольована, хаотична забудова міста, як у минулому протягом декількох століть, так і під час радянської доби, призвела до того, що значна кількість різноманітних будівель розташовані на родовищі, інколи безпосередньо на гірничих виробітках (шурфах, колодязях, свердловинах тощо). Аналогічна ситуація склалася у с. Битків, Івано-Франківської обл.

7. Покинуті свердловини. Під час нафтової лихоманки у кінці ХІХ та на початку ХХ століття на Заході України масово здійснювалося буріння нафтогазових свердловин. Особливо на території Львівської та Івано-Франківської областей. Через відсутність промислового притоку вуглеводнів, або виснаження покладу ці свердловини ліквідовувалися без дотримання будь-яких правил чи залишалися напризволяще взагалі. Тому, на даний час, більшість з цих свердловин негативно впливають на довкілля, порядок встановлення власника таких свердловин, на відміну від свердловин на воду, не встановлений жодним законодавчим актом.

8. Нафтошлами. Ще одним особливим видом відходів є нафтошлами. Згідно національного переліку відходів це небезпечні відходи, а саме: **05 01 03* Донні шлами (осад, мул) на дні резервуарів, або 05 01 06* Нафтові шлами від технічного обслуговування установок або обладнання.** На даний час підприємства НГУ не володіють технологіями та дозвільною документацією щодо оброблення цих відходів. Оброблення цих відходів здійснює тільки ПАТ «Укрнафта», але, як правило, тільки рідких. Необхідно впровадити низькотемпературний піроліз для напівтвердих і твердих нафтошламів.

9. Дозволи на спецводокористування. Відповідно до статті 49 Водного кодексу України дозвіл видається територіальними органами Держводгоспу. Великі підприємств нафтогазової галузі володіють значною

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

кількістю водозаборів і випусків стічних вод у водні об'єкти. Більшість таких водозаборів є тимчасовими (до одного року) чи короткостроковими (до трьох років), і лише частина водозаборів є довгостроковими. Але дозвіл, як правило, видається один загальний, короткостроковий на всі водозабори/випуски у межах адміністративно-територіальної одиниці. Таким чином, суб'єкти господарювання позбавлені права отримати окремий довгостроковий дозвіл на частину водозаборів в межах області, які функціонують на постійній основі. Термін дії короткострокового дозволу становить три роки (1095 діб), а тривалість буріння свердловини становить значно менші терміни, які залежать від її глибини і орієнтовно становлять: до 1000 м – 15 діб; до 2000 м – 44 доби; до 3000 м - 72 доби; до 4000 м – 102 доби; до 5000 м- 143 доби; до 6000 м - 189 діб; > 6000 м- 271 доба.

Таким чином, суб'єкти господарювання не можуть отримати дозволи. і працюють без них, тому сплачують рентні платежі у п'ятикратному розмірі.

10. **Дозволи на викиди.** Завдяки впровадженню сучасних методів буріння та інших передових технологій значно скоротився строк спорудження нафтових і газових свердловин. При чому термін дії дозволу на викиди для бурової становить десять років (3652 доби), а тривалість буріння свердловини має значно менші терміни, які залежать від її глибини. Згідно Закону строк дії дозволу на викиди, об'єкт якого належить до другої групи, - десять років, об'єкт якого належить до третьої групи, - необмежений. Термін буріння свердловини становить переважно три–шість місяців, що є непорівнянним з терміном дії дозволу, що значно довший. Тому такі стаціонарні джерела, які належать до другої і третьої групи та зберігають свої просторові координати від однієї доби до одного року і здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря пропонується віднести до тимчасових стаціонарних джерел із запровадженням декларативного принципу. За таким принципом всі бурові не повинні отримувати дозволів на викиди, а будуть працювати згідно поданих декларацій. На даний час декларативний принцип тимчасово діє на час воєнного стану.

11. **Об'єкти для підготовки нафти.** У минулому діяла відкрита система збору та підготовки нафти та супутньо-пластових вод, з використанням ставків відстійників та земляних амбарів. Ці об'єкти, окремі з яких ще й досі експлуатуються, створюють значний вплив на довкілля, забруднюючи ґрунти, поверхневі та підземні води та атмосферне повітря.

12. **Утилізація транспортних засобів.** Згідно Закону України «Про оброблення транспортних засобів, знятих з обліку», право на здійснення оброблення транспортних засобів, знятих з обліку, мають суб'єкти господарювання, які зареєстровані в установленому законом порядку та здійснюють такі види діяльності: приймання транспортних засобів, знятих з

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

обліку, на оброблення; та/або розбирання транспортних засобів, знятих з обліку, з дотриманням вимог законодавства про відходи. При прийнятті на оброблення транспортного засобу, знятого з обліку, **пункт прийому не має права стягувати з власника плату за оброблення такого транспортного засобу, знятого з обліку.**

У Державному реєстрі суб'єктів господарювання, які здійснюють приймання та/або розбирання транспортних засобів, знятих з обліку є 303 підприємства, однак діючими є лише 10!

Таким чином, автопідприємство яке має відповідний штат, обладнання та здійснює ремонт і обслуговування автотранспорту, чомусь самотійно не може здійснювати їх розбір та реалізацію окремих деталей чи металобрухту.

Лілія РУБАХА,

голова циклової комісії геології, геодезії та землеустрою

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Леся КОРОЛЕНКО,

здобувач освіти КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м.Дрогобич, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ НА ОЛЕСЬКІЙ ПЛОЩІ

Сланцевий газ (природний) (англ. natural shale gas) природний газ (до 95% метану), що міститься у незначних кількостях (2-3% об'ємних) в низькопористих і погано проникних глинисто-алевритових осадових гірських породах на глибинах від 1 до 5-6 км. Поклади «сланцевого газу» знаходяться не у сланцях, а у низькопористих породах змішаної літології, які є одночасно і нафтогазоматеринською породою і резервуаром. Вуглеводні утворились тут же, всередині товщі і не мігрували. Експертна оцінка таких резервуарів базується на поєднанні традиційних методів діагностики (3-D сейсміка, комплексний каротаж) і фізико-петрологічному дослідженні властивостей порід. Сам термін «сланцевий газ» - це неправильний непрофесійний переклад англійського геологічного терміну англ. shale gas - що означає «газ з глинистих сланців», позаяк англ. shale -це аналог українського терміну глинистий сланець, а сланець (метаморфічна порода) англійською перекладається як англ. schist. Проте, завдяки журналістам і політикам покруч «сланцевий газ» - міцно закріпився у широкому вжитку не тільки в Україні але й у ряді інших країн. За оцінкою департаменту енергетики США, обсяг «технічно видобутих» світових запасів сланцевого газу в 41 країні світу становить понад 200 трлн м³. Провідне місце за вилученими запасами сланцевого газу в порядку зниження займають Китай, Аргентина, Алжир, США і Канада.

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), собівартість видобутку сланцевого газу в США у 2022 році складала близько \$88,5 за 1 000 м³. Необхідно зазначити важливий техніко-економічний параметр калорійності природних газів сланцевих порід, який приблизно у два рази нижчий калорійності природного газу традиційних нафтогазових колекторів. На думку більшості експертів, собівартість видобутку сланцевого газу у таких країнах, як Україна, Польща і Китай буде у кілька разів вищою, ніж у США.

Європарламент у 2012 році дозволив видобування сланцевого газу на території країн ЄС[19]. Розвідка та видобування дозволені у Румунії, Польщі, Литві, Великій Британії, Австралії, США, Канаді, Китаї та інших країнах світу. Кабінет міністрів на початку квітня цього року офіційно передав "Укрнафті" 100% прав та обов'язків ТОВ "Надра Олеська" із видобутку сланцевого газу на Олеській площі у Львівській області.

Передачу погодили попри те, що проєкт розпорядження уряду, яким він замінив виконавця угоди про розподіл продукції на ділянці Олеська, не було одноголосно підтримано під час засідання урядового комітету 27 березня 2025 року через розбіжності в позиціях Міненерго, Мінфіну та Мін'юсту. Наміри "Укрнафти" придбати Олеську ділянку обговорювалися ще минулого року. Тоді припускалося придбання "Укрнафтою" компанії ТОВ "Надра Олеська" за 150-200 млн грн. Зазначимо, Олеська площа з потенційними запасами у 2,98 трлн м³ газу понад 10 років залишалась без розробки. У 2013 році видобувати сланцевий газ на цьому родовищі збиралася компанія "Шеврон", однак вона вийшла з проєкту, не пробуривши жодної свердловини. ПАТ «Укрнафта» розроблятиме ділянку Олеська у Львівській та Івано-Франківській областях в рамках Угоди про розподіл продукції (УРП). Про це повідомляє профільне видання ExPro, інформує Комерсант український. Кабмін своєю постановою надав згоду на передачу 100% прав та обов'язків ТОВ «Надра Олеська», якою володіє НАК Надра України, на користь «Укрнафти». У 2024 році порівняно з 2023 роком Укрнафта збільшила видобуток газу на 6,5% до 1,170 млрд кубометрів. При цьому видобуток нафти зріс на 0,6% до 1,418 млн тонн. 2023 рік компанія закінчила з чистим прибутком у розмірі 23,6 млрд гривень. Що відомо про Олеське родовище. Олеська площа родовище газonosних сланців. Розташована в межах Львівської, Івано-Франківської та Тернопільської областей. За іншими даними, Олеська площа охоплює видобувні ділянки тільки у Львівській та Івано-Франківській областях. За оцінками геологів, перспективні запаси традиційного та нетрадиційного газу на Олеській площі становлять приблизно 3 трлн кубометрів газу.

Площа включає всі осадові породи, які залягають в межах їх периметра і обмежені по глибині користування надрами відміткою 10 тис. метрів від

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

поверхні або геологічним фундаментом (залежно від того, що буде досягнуто раніше): газ природний, газ сланцевих порід, газ центрально-басейнового типу, газ (метан) вугільних пластів, нафта, конденсат.

Потенційні переваги:

- Енергетична незалежність: Видобуток сланцевого газу міг би допомогти Україні зменшити свою залежність від імпорту газу з інших країн.
- Економічний розвиток: Проєкт міг би створити нові робочі місця та залучити інвестиції в регіон.
- Запаси газу: Олеська площа вважається перспективною за запасами сланцевого газу.

Поточний стан:

- У минулому були плани щодо видобутку сланцевого газу на Олеській площі за участі великих міжнародних компаній, таких як "Chevron".
- Однак, ці плани не були реалізовані, і компанії вийшли з проєкту.
- Станом на квітень 2025 року "Укрнафта" отримала право на видобуток газу на цій ділянці.

Екологічні ризики:

- Видобуток сланцевого газу методом гідророзриву може мати певні екологічні ризики, включаючи можливість забруднення ґрунтових вод, сейсмічну активність та інші.
- Важливо, щоб будь-які плани з видобутку враховували ці ризики та передбачали заходи для їхнього запобігання та мінімізації.

Висновок:

Перспектива видобутку сланцевого газу на Олеській площі залишається актуальною, особливо в контексті прагнення України до енергетичної незалежності. Однак, важливо враховувати потенційні екологічні наслідки та забезпечити відповідальний підхід до видобутку. На даний момент, "Укрнафта" планує займатися цим проєктом, але подальший розвиток залежатиме від багатьох факторів, включаючи екологічні оцінки та технологічні аспекти.

Щоби виконати розвідувальне буріння на Олеському родовищі, компанії треба пробурити від 5 до 15 свердловин і підняти на поверхню зразки породи, аби вивчити їх на достатність вмісту природного газу. Перш ніж починати розвідувальне буріння, у компанії планують здійснити сейсморозвідку для визначення максимально безпечних для буріння місць. На розвідку та аналіз піде приблизно 5 років.

Список використаних джерел:

1. Українська нафтогазова енциклопедія / за загальною редакцією В. С. Іванишина. Львів: Сполом, 2016. — 603 с.: іл., табл. — ISBN 9789669191403.

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

2. Орловський В. М., Білецький В. С., Сіренко В. І. Технологія видобування газу і газового конденсату. Редакція «Гірничої енциклопедії», Полтава: НТП «Бурова техніка», Львів, Видавництво «Новий Світ — 2000», 2023. — 359 с.

Ганна НАБИТОВИЧ,

викладач циклової комісії хімічних технологій та інженерії

Леся МАЛИК,

викладач циклової комісії загальнотехнічних дисциплін

Тетяна МАЛИК,

викладач циклової комісії загальнотехнічних дисциплін

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м.Дрогобич, Україна

УРБОЕКОЛОГІЯ ДРОГОБИЦЬКОГО РЕГІОНУ – РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СЬОГОДЕННЯ

«Жити щасливо і жити в злагоді з природою – одне й те ж саме»

Л.Сенека, римський мислитель, I ст. до н.е.

Реалії сьогодення констатують, що в умовах науково-технічного та високотехнологічного прогресу значно ускладнились взаємовідносини суспільства з природою. Людина маючи всеосяжні можливості впливати на хід природних процесів, підкорила сили природи і почала опановувати майже всі доступні відновні і невідновні природні ресурси, проте разом з тим забруднювати і руйнувати довкілля [3].

Останнім часом забруднення довкілля відходами, викидами, стічними водами всіх видів промислового виробництва, сільського господарства, комунального господарства міст та військові дії на території України набуло глобального характеру і поставило людство на грань екологічної катастрофи. Через радіоактивне забруднення Україна стала «лідером» цієї масштабної катастрофи [5, ст. 55-59].

Тому на сучасному етапі розвитку цивілізації, особливо в той час, коли значною мірою існує реальна загроза ядерної катастрофи у зв'язку з військовими діями на території України, та наявною відсутністю відкритого протистояння двох антагоністичних суспільних систем, надзвичайно гострою стала проблема ресурсів та екологічної безпеки існування людства.

В час науково-технічної революції у народне господарство залучаються все більші обсяги природних ресурсів. А через 10 років відбувається подвоєння промислових та енергетичних потужностей у світі. За останні чверть століття у світі витрачено стільки ж природної сировини, скільки за всю попередню

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

історію людства.

Як це не звучить парадоксально, людина змушена була повернутися до так званих «нетрадиційних альтернативних джерел» - сонця, вітру, води та ґрунту. І саме ми можемо стверджувати, що існують перспективи, і вже є перші впровадження щодо шляхів переходу на альтернативні джерела енергії на прикладі Дрогобицької урбоекології [7, ст. 55-72].

Однією з найголовніших проблем сьогодення є питання економії енергоресурсів. Проблема доцільності переходу на альтернативні джерела енергії несе не лише економічні, але й екологічні переваги, тому розгляд цієї теми при ресурсній кризі має важливе значення.

На основі оцінки перспектив впровадження альтернативних джерел енергії створено базову модель для перспектив переходу на енергозберігаючі технології.

Україна належить до регіонів світу, найбільш насичених мінеральними ресурсами. На її території розвідано більше 7667 і досліджено 94 видів корисних копалин. Із них на державному балансі знаходиться більше 5860 родовищ, експлуатується приблизно 2320.

Та слід пам'ятати, що природа не машина, а живий організм, що не може за велінням людей у будь-якій кількості і в будь-який час постачати їм скарби земних надр. По-перше, світові запаси окремих видів мінеральних ресурсів є невідновними. По-друге, світові запаси окремих видів далеко не однакові. По-третє, запити людства на мінеральну сировину постійно зростають. Отже, потрібно ошадно ставитись до сировинної бази України [1].

Про альтернативні джерела енергії говорили, говорять і будуть говорити. Енергія – це джерело, з якого людина може добути електричний струм, тепло і інші. Збільшується інтерес до використання сонячної енергії, енергії вітру, енергії річок, енергії Землі та енергії Світового океану, енергії біомаси, біодизельного палива (ріпакова олія) [5, ст. 55-59].

До Дрогобицької урбоекології входять наступні населені пункти: Борислав, Дрогобич, Трускавець, Стебник, Східниця та прилеглі СМТ і села.

На сьогоднішній день майже 100% забезпечення енергією здійснюється за рахунок наступних джерел:

- Теплопостачання за рахунок спалювання природного газу;
- Електропостачання за рахунок електроенергії Добротвірської та Бурштинської ТЕС;
- Генерації Орівської вітроелектростанції.

Вітрова енергетика стає все популярнішою у світі як альтернативне джерело електроенергії. Вітрові турбіни перетворюють кінетичну енергію вітру в механічну енергію обертання лопатей, яка потім перетворюється в електричну енергію за допомогою генератора. Сучасні вітрові генератори

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

можуть мати різні розміри та потужності – від невеликих установок для приватних господарств до величезних морських вітрових парків [12-23].

Можемо виокремити такі переваги вітрових електростанцій, як:

1. Екологічність: нульові викиди CO₂ під час роботи; відсутність радіоактивних відходів; мінімальний вплив на ґрунти; можливість повної утилізації після закінчення терміну експлуатації.

2. Економічні переваги: низька собівартість виробленої енергії; швидка окупність (3-5 років при правильному розташуванні); мінімальні експлуатаційні витрати; створення нових робочих місць.

3. Технічні переваги: простота конструкції; швидкий монтаж (2-3 місяці); можливість швидкого масштабування; високий коефіцієнт використання встановленої потужності (до 50%).

4. Енергетична незалежність: зменшення залежності від імпортованих енергоносіїв; децентралізація енергопостачання; можливість забезпечення віддалених районів.

5. Використання землі: сумісність із сільськогосподарською діяльністю; можливість розміщення в морі; мінімальна площа фундаменту.

В той же час недоліками вітрових електростанцій є:

1. Непостійність генерації: залежність від погодних умов; необхідність резервних джерел енергії; складність прогнозування виробітку; потреба в системах накопичення енергії.

2. Екологічні проблеми: шумове забруднення (до 55дБ на відстані 300м); вплив на птахів та кажанів; візуальне забруднення ландшафту; можливі зміни мікроклімату.

3. Технічні обмеження: необхідність специфічних вітрових умов; складність транспортування великих компонентів; потреба в регулярному технічному обслуговуванні; обмеження по висоті в деяких регіонах.

4. Економічні аспекти: високі початкові інвестиції; необхідність створення інфраструктури; витрати на підключення до мережі; вартість систем накопичення енергії.

5. Соціальні аспекти: можливий опір місцевих громад; зміна традиційного ландшафту; вплив на туристичну привабливість регіону; потенційний вплив на вартість нерухомості.

Фахівці вважають, що перспективами розвитку технологій у вітроенергетиці будуть плаваючі офшорні платформи, вітрові генератори без лопатей, високоефективні матеріали, системи прогнозування вітру та інтеграція з системами накопичення енергії.

Дуже перспективними будуть шляхи вирішення недоліків вітрових генерацій, а саме розробка безшумних лопатей, впровадження систем захисту

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

птахів, покращення дизайну турбін, розвиток технологій накопичення енергії та оптимізація розміщення турбін [6, ст. 225, ст. 333].

Вітрова електростанція в Трускавецькій громаді нині є найбільшою у Львівській області. Це 54-мегаватна електростанція на 10 вітряків, висота стояків – по 100 метрів. Інвестором цього проекту є чеська компанія MND Group, що приділяє увагу саме відновлювальній енергетиці. Будівництво даної вітроелектростанції є спільним проектом української компанії “Еко-Оптіма” та чеської MND. Вартість спорудження ВЕС - 61,5 мільйона євро. Цінність для Трускавця в тому, що від цієї станції заведені три силові кабелі до міської підстанції. Це суттєво поліпшує стабільність і якість струму, який заходить у місто.

Трускавець розвивається і потребує додаткового джерела електрики. Самі вітряки в Україні не виробляються, їх завезли з Європи (турбіни ВЕС вагою 600 тонн та лопаті, що мають сумарну довжину 72 метри). І в кінці 2023 року станція потужністю 54 МВт була введена в експлуатацію та під'єднана до загальної енергосистеми країни. Для бюджету громади це – і податок на нерухомість, і податок за оренду землі, і нові робочі місця. Як стверджують фахівці, що за рік надходження сягнуть близько двох мільйонів гривень. Інвестори почали працювати над створенням проекту і розрахунками ще 10 років тому. Це спільне українсько-чеське підприємство, яке має подібну станцію, лише трішки меншого масштабу, є в Старо-Самбірському районі. На сайті ТОВ «Еко-Оптіма» йдеться, що компанія з 2012 року запустила сонячну електростанцію на Самбірщині, в Старих Богородчанах (Івано-Франківська область), Яворові, Бориславі, Глинянах, Радехові, Чемеринцях, Перемишлянах, Дернові та Корчині. Підприємство запустило теплоелектростанцію у Рава-Руській та Трускавці, вітрову електростанцію у Старому Самборі, гідроелектростанції у селі Ульвівок на Сокальщині та Східниці [2].

Отже, вітроелектростанція у Дрогобицькому районі щороку вироблятиме 160 гВт/год та зможе забезпечити електроенергією близько 45 тисяч господарств. Це дозволить забезпечити постійним світлом не менше 115 тисячі людей, а й збереже екологію на Дрогобиччині. Адже щоб виробити 160 гВт/год, потрібно спалити 128 тисяч тонн вугілля, і викиди вуглекислого газу при цьому складуть 131 тисячу тонн.

Висновки. Вітрові електростанції мають значний потенціал у розвитку чистої енергетики, незважаючи на певні недоліки. Ключ до успішного впровадження ВЕС полягає в ретельному виборі місця розташування, використанні сучасних технологій, врахуванні інтересів місцевих громад, комплексному підході до енергосистеми та постійному вдосконаленні технологій.

З розвитком технологій та зростанням ефективності обладнання, багато

СЕКЦІЯ 2. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

недоліків вітроенергетики поступово нівелюються, роблячи її все більш привабливою для інвестицій та розвитку.

Отже, Дрогобиччина має значний потенціал переходу на альтернативні джерела енергії за такими напрямками: Вітрова енергетика, Сонячна енергетика та Біоенергетика. Найбільш прийнятними є застосування наступних пристроїв таких, як плоскі сонячні колектори, та вакуумні сонячні колектори.

Їх переваги проявляються при низьких зовнішніх температурах, при нагріванні води та при низькій активності сонця. Оцінки перспектив показують, що в умовах Передкарпаття, для обігрівання невеликого будинку, достатня потужність батарей в 2-3кВт.

Свої тези ми завершуємо словами: *«Якщо ми не зробимо так, щоб на Землі було менше шкідливого диму, - то дим зробить так, щоб на Землі стало менше людей...»*

Список використаних джерел:

1. Василенко І.А., Пивоваров О.А., Трус І.М., Іванченко А.В. Урбоекологія / І.А. Василенко, О.А. Пивоваров, І.М. Трус, А.В. Іванченко – Дніпро: Акцент ПП, 2017. 309 с.
2. Васьків О.В. Михалевич Л.В. З історії нафтового Борислава. – Борислав, 2002. 31с.
3. Клименко М.О. Екологія міських систем: підручник / М.О. Клименко, Ю.В. Пилипенко, О.С. Мороз. – Херсон: Олді-плюс, 2010. 294 с.
4. Кучерявий В.П. Урбоекологія / В.О. Кучерявий. – Львів: Світ, 2001. – 440 с.
5. Нечаєва Т.П. Фактори екологічного впливу електроенергетичних об'єктів на довкілля / Т.П. Нечаєва, С.В. Шульженко, Д.П. Сас, М.В. Парасюк / Проблеми загальної енергетики. № 18. 2008. С. 54–60.
6. Франчук Г.М. Урбоекологія і техноекоекологія: підруч. / Г.М. Франчук, О.І. Запорожець, Г.І. Архіпова. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. – 496 с.
7. Чорна В.І. Екологія міських систем: Практикум. Навчальний посібник / В.І. Чорна, В.В. Кацевич, Т.М. Косогова. – Дніпропетровськ-Луганськ, 2012. – 160 с.

СЕКЦІЯ 3

**ГАЛУЗЕВЕ
МАШИНОБУДУВАННЯ**

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Дмитро ВОЛЬЧЕНКО,

*доктор технічних наук, професор кафедри видобування нафти і газу
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Василь СКРИПНИК,

*доктор технічних наук, професор заступник директора з навчальної роботи
Надвірнянського фахового коледжу
національного транспортного університету.,
м. Надвірна, Івано-Франківська обл.*

Дмитро ЖУРАВЛЬОВ,

*доктор технічних наук, доцент кафедри технічної механіки, інженерної та
комп'ютерної графіки Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Василь ЧУФУС,

кандидат технічних наук, керівник компанії «ВІ ЕС БУД»

Володимир МАЛИК,

*кандидат технічних наук, доцент, завідувач відділення електричної
інженерії та автомобільного транспорту
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м. Дрогобич, Україна*

АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ В ОБОДІ ГАЛЬМОВОГО БАРАБАНА

Хотілося би зупинитись на визначенні складових стискаючих напружень, що діють на робочу поверхню обода барабана в процесі гальмування. Отже, максимальні стискаючі напруження $\sigma_{1\max}$ в обід барабана виникатимуть на його робочій поверхні і вони рівні алгебраїчній сумі складових рівняння (1)

$$\sigma_{1\max} = \sigma_k + \sigma_1 + \sigma_2, \quad (1)$$

де $\sigma_k, \sigma_1, \sigma_2$ - напруження в обід барабана від дії: питомих навантажень у парах тертя; температурних градієнтів з його робочої поверхні; об'ємної температури: фланця (t_ϕ) і обода барабана ($t_{об}$) за умови ($t_{об} > t_\phi$).

$$\sigma_k = \frac{pR}{\delta}, \quad (2)$$

де p - питомі навантаження в металополімерних парах тертя; R, δ – радіус робочої поверхні обода барабана та його товщина.

$$\sigma_1 = \frac{\alpha E (t_1 - t_1')}{2(1 - \mu)}, \quad (3)$$

де α - коефіцієнт лінійного розширення; E - модуль пружності; t_1, t_1' - температури: робочої та внутрішньої поверхні обода барабана; μ - коефіцієнт Пуассона.

$$\sigma_2 = \frac{\alpha E (t_{1cep} - t_{2cep})}{1 + A_1 / A_2}, \quad (4)$$

де t_{1cep}, t_{2cep} - об'ємна температура обода та фланця барабана; A_1, A_2 - площі поперечних перерізів обода та фланця барабана.

Для більш точного визначення складових σ_1 і σ_2 в залежності (3) замість

$(t_1 - t_1')$ можливо підставити доданок $\tau \left(\frac{\partial t_1}{\partial \tau_1} - \frac{\partial t_1'}{\partial \tau_1'} \right)$ (де τ - час гальмування;

τ_1, τ_1' - час досягнення температур t_1 і t_1'), що характеризує темп нагрівання

обода барабана, а в залежність (4) замість $(t_{1cep} - t_{2cep})$ - $\delta_{cep} \left(\frac{\partial t_{1cep}}{\partial \delta_1} - \frac{\partial t_{2cep}}{\partial \delta_2} \right)$

(де $\delta_1, \delta_2, \delta_{cep}$ - товщини: фланця барабана у спряженні з його ободом та нижнього торця фланця; їх середня величина), яка характеризує температурні градієнти за товщиною елементів, що розглядаються.

При визначенні загальної температури, яка генерується на плямах контактів мікровиступів, що мають дискретні характеристики з різною енергетичною активністю, розташованих на них мікро-конденсаторів і термобатарей з миттєвим їх перемиканням при поляризації за рахунок зміни площ плям контактів мікровиступів при дотриманні умов на першій стадії фрикційної взаємодії ($A_r \ll A_a$), коли фактична площа контактування (A_r) мала в порівнянні з номінальною (A_a) проводиться підсумовування складових генерованих струмів а при $A_a \rightarrow A_r$ фіксується трибоЕРС в поєднанні із змінним градієнтам механічних властивостей його матеріалів і при цьому темп проникнення взаємодіючих між собою імпульсів електричного і теплового струмів впливає на інтенсивність на плямах контактів мікровиступів і визначається формулою

$$t_{заг} = t_{\Pi} + t_{cn} + t, \quad (5)$$

де t_{Π} - поверхнева температура від тертя і контактного опору, викликана струмами, що генеруються, на плямах контактів мікровиступів, а також фрикційної складової; t_{cn} - температура спалаху, викликана розрядними

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

струмами між мікрровиступами; t – об'ємна температура, викликана дією перших двох складових температур, а також від джоулевої теплоти.

Температура t_{II} визначається за умови дії двох джерел теплоти (електричного та фрикційного) у зоні тертя

$$t_{II} = \frac{0,942q_0k}{\lambda_1} \sqrt{\frac{k_m d_{cep}}{\pi V}}, \quad (6)$$

де $q_0 = \frac{1}{A_r} \left[I^2 \left(\frac{\rho \sqrt{HB}}{\sqrt{\pi N}} + \frac{\sigma HB}{N} \right) + fNV \right]$ - тепловий потік на контактній поверхні

з урахуванням електричної та фрикційної складової, Вт/м²; A_r - фактична площа дотику, мм²; I - струм, що генерується в парах тертя, А; ρ – питомий опір контактних матеріалів (Ом·мм²)/м; HB – зведена твердість за Брінеллем контактних матеріалів, МПа; N – імпульсне нормальне зусилля, що діє у зоні контакту матеріалів, Н; σ - питомий опір плівок на контакті, (Ом·мм²)/м; f – динамічний коефіцієнт тертя; V – швидкість ковзання, м/с; k – зведений коефіцієнт розподілу теплового потоку; k_m - коефіцієнт розподілу теплового потоку, що потрапляє в металевий фрикційний елемент; λ_1 - зведений коефіцієнт теплопровідності матеріалів пар тертя, Вт/(м · С); d_{cep} - середній діаметр плями контакту, який визначається з урахуванням реальної його шорсткості, мм.

Температуру спалаху t_{cn} визначають за залежністю вигляду [4]

$$t_{cn} = \frac{\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2}} \frac{fNd_{cep}}{A_r \lambda_1 \left[4 + (\pi Pe)^{\frac{1}{2}} \right]}, \quad (7)$$

де A_r - фактична площа контакту, яка являє собою суму елементарних плям дотику, мм²; $Pe = \frac{V \cdot d_{cep}}{a}$ - критерій Пекле; a - зведений коефіцієнт температуропровідності матеріалів пар тертя, м/с².

Об'ємна температура металевого фрикційного елемента визначається за умови рівності теплових потоків на контактній поверхні з урахуванням електричної та фрикційної складової за умови, що частина енергії відводиться від його поверхонь швидкісними струмами омиваючого середовища.

$$t = \frac{4I^2 \rho}{\pi^2 d_{cep}^3 k_m \cdot 10^2}, \quad (8)$$

і зрештою загальна температура контактних поверхонь металополімерних пар тертя дорівнює

$$t_{заг} = \frac{0,942q_0k}{\lambda_1} \sqrt{\frac{k_m d_{сер}}{\pi V}} + \frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \frac{fNd_{cee}}{A_\tau \lambda_1 \left[4 + (\pi Pe)^{\frac{1}{2}} \right]} + \frac{4I^2 \rho}{\pi^2 d_{сер}^3 k_m \cdot 10^2}, \quad (9)$$

за складовими якої оцінюють енергетичні рівні поверхневих і приповерхневих шарів.

Залишкові напруження $\sigma_{зал}$ в обід барабана від дії динамічних, електричних і теплових навантажень визначаються відповідно до теореми Генки.

$$\sigma_{зал} = (-\sigma_T) - (-\sigma_{1max}), \quad (10)$$

де σ_T - границя плинності металу при досліджуваній температурі.

Одним з основних експлуатаційних параметрів для ободів гальмових барабанів є його поверхневі та по товщині температурні градієнти, що розвиваються при фрикційній взаємодії металополімерних пар тертя.

Зробимо аналіз закономірностей зміни стискаючих напружень обода барабана в інтервалі від 350,0 до 100,0 МПа, отриманих розрахунковим шляхом за залежностями (1) - (4) і на підставі яких були побудовані графічні залежності з урахуванням конструктивних та експлуатаційних параметрів пар тертя при фрикційній взаємодії, виходячи з наступних міркувань і при цьому:

1) змінними параметрами є питомі навантаження ($p = 0,2 - 0,6$ МПа), об'ємна температура ($t_{об} = 30,0 - 120,0^\circ\text{C}$), радіус робочої поверхні обода барабана ($R = 0,15 - 0,35$ м) і його товщини ($\delta = 12,0 - 20,0$ мм), а постійною величиною було відношення площі поперечного перерізу кріпильного виступу обода до фланця барабана фланцю барабана ($A_1/A_2 = 0,5$);

2) змінними параметрами є питомі навантаження ($p = 0,2 - 0,6$ МПа), об'ємна температура ($t_{об}$) для кожного з випадків її дія окремо (30; 60; 90 і 120 °C), радіус робочої поверхні обода барабана ($R = 0,15 - 0,35$ м) і відношення площі поперечного перерізу ($A_1/A_2 = 0,25 - 1,0$), а постійною величиною була товщина обода барабана ($\delta = 16,0$ мм);

3) змінними параметрами є питомі навантаження ($p = 0,2 - 0,6$ МПа), об'ємна температура ($t_{об}$) для кожного з випадків її дія окремо (30; 60; 90 і 120 °C), радіус робочої поверхні обода ($R = 0,15 - 0,35$ м) та його величини ($\delta = 12$, площі поперечного перерізу кріпильного виступу обода до фланця барабана ($A_1/A_2 = 0,5$);

4) змінними параметрами є питомі навантаження ($p = 0,2 - 0,6$ МПа), об'ємна температура ($t_{об} = 30,0 - 120,0^\circ\text{C}$), відношення площі поперечного перерізу обода до фланця барабана ($A_1/A_2 = 0,25 - 1,0$), а постійними величинами є радіус робочої поверхні обода 2 барабана ($\delta = 20,0$ мм). [див. рис. 1 а, б, в, г].

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

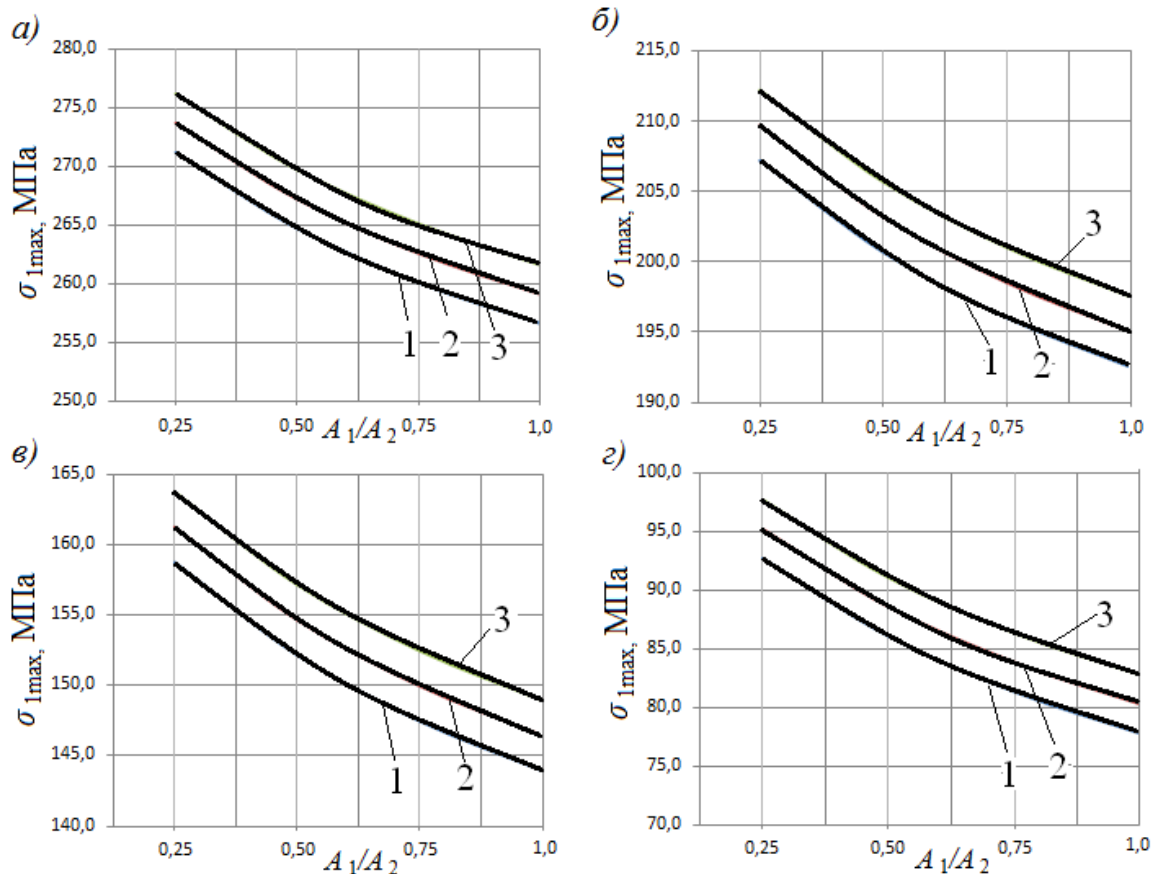


Рис. 1 а, б, в, з - Залежність максимальних стискаючих напружень $\sigma_{1\max}$ від величини відношення площ поперечного перерізу обода до фланця барабана A_1/A_2 при: постійних товщині обода ($\delta = 20,0$ мм) і його радіусу ($R = 0,25$ м), і змінних: об'ємної температури: а - $t_{об} = 30^\circ\text{C}$, б - $t_{об} = 60^\circ\text{C}$; в - $t_{об} = 90^\circ\text{C}$; з - $t_{об} = 120^\circ\text{C}$; питомих навантажень: 1 - $p = 0,2$ МПа, 2 - $p = 0,4$ МПа, 3 - $p = 0,6$ МПа

При порівняльному аналізі варіантів взаємозв'язку конструктивних та експлуатаційних параметрів гальмових барабанів на підставі побудованих графічних залежностей встановлено:

- максимальні стискаючі напруження $\sigma_{1\max}$ мали найбільшу величину 279,0 МПа при питомих навантаженнях в парах тертя $p=0,6$ МПа, при товщині обода барабана $\delta=12,0$ мм і його радіусі робочої поверхні $R=0,35$ м і об'ємній температурі $30,0^\circ\text{C}$, при зміні питомих навантажень від 0,2 до 0,6 МПа; спостерігалось падіння максимальних стискаючих напружень $\sigma_{1\max}$ від 279,0 до 85,0 МПа в обід барабана з товщиною $\delta=20,0$ мм ($R=0,15$ м) і підвищення його об'ємної температури від $30,0$ до $120,0^\circ\text{C}$, тобто питомі навантаження майже не вплинули на максимальні стискаючі напруження $\sigma_{1\max}$, а також постійна величина відношення $A_1/A_2=0,5$ (перший варіант);

- максимальні стискаючі напруження $\sigma_{1\max}$ мали найбільшу величину 286,2 МПа при питомих навантаженнях в парах тертя $p=0,6$ МПа, при товщині обода барабана $\delta=12,0$ мм і його радіусі робочої поверхні $R=0,35$ м і об'ємній

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

температурі поперечного перерізу обода барабана $A_1/A_2 = 0,25$; при цьому з підвищенням об'ємної температури обода барабана та збільшенням відношення A_1/A_2 до 1,0 мала місце тенденція зниження максимальних стискаючих напружень $\sigma_{1\max}$ до величини 77,8 МПа (другий варіант);

- максимальні стискаючі напруження $\sigma_{1\max}$ мали найбільшу величину 283,3 МПа при питомих навантаженнях в парах тертя $p=0,6$ МПа, при товщині обода барабана $\delta=12,0$ мм і його радіусі робочої поверхні $R=0,35$ м і об'ємній температурі $30,0^\circ\text{C}$ при постійній величині відношення $A_1/A_2 = 0,5$; при цьому збільшення товщини обода барабана від 12,0 до 20,0 мм зі зростанням його об'ємної температури від $30,0$ до $120,0$ сприяло зниженню максимальних стискаючих напружень $\sigma_{1\max}$ до величини 85,0 МПа (третій варіант);

- максимальні стискаючі напруження $\sigma_{1\max}$ були найбільшими тобто 276,2 МПа при питомих навантаженнях в парах тертя $p = 0,6$ МПа, при товщині обода барабана $\delta=20,0$ мм та його радіусі робочої поверхні $R=0,25$ м та об'ємній температурі $30,0^\circ\text{C}$ при величині відношення площі поперечного перерізу обода барабана до його фланця $A_1/A_2=0,25$; при цьому з підвищенням об'ємної температури обода барабана з $30,0$ до 120°C при питомому навантаженні в парах тертя $p = 0,6$ МПа і при досягненні $A_1/A_2=1,0$ спостерігалось зниження максимальних стискаючих напружень $\sigma_{1\max}$ до величини 82,8 МПа (четвертий варіант); апробовані конструктивні та експлуатаційні параметри барабана повністю відповідають задньому гальмовому механізму транспортного засобу МАЗ 551605-371.

Таким чином, аналітично визначено залишкові напруження в ободі гальмового барабана та здійснено порівняльний аналіз варіантів взаємозв'язку конструктивних та експлуатаційних параметрів гальмових барабанів на підставі побудованих графічних залежностей.

Список використаних джерел:

1. Взаємозв'язок зносо-фрикційних властивостей та енергонавантаженості пар тертя гальмових пристроїв / М. В. Кіндрачук, Д. Ю. Журавльов, С. А. Пріколотін, Є. Ю. Андрейчиков, О. С. Бурава. Проблеми тертя та зношування. Київ, 2023. № 3(100). С.4 – 14.
2. Вольченко Д. О. Методи та засоби регулювання динамічної навантаженості фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. Київ, 2009. №73. С. 43-47.
3. Напружено-деформівний стан композиційних матеріалів / Я.В.Солоничний, В. М. Вакалюк, Ю. М. Лях, Д. Ю. Журавльов. Науковий Вісник Івано-Франківськ. націонал. техн. ун-ту нафти і газу. Івано-Франківськ, 2011. №2(28). С. 28-30.

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

4. Поверхнева міцність матеріалів при терті / За заг. редакції. Б.І.Костецького. - Київ: Техніка, 1976. - 296с.

5. Сторож Я. Б. Стабілізація навантаженості фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.12. Івано-Франківськ, 2006. 248 с.

Олександр ВУДВУД,

*завідувач кафедри підйомно-транспортного та робототехнічного обладнання Національного університету «Одеська політехніка»,
м. Одеса, Україна*

Ярослав ВАСИЛИШИН,

*професор кафедри архітектури та містобудування
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Андрій ВОЗНИЙ,

*доцент кафедри інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Віталій ВАСИЛИШИН,

*доцент кафедри технічної механіки, інженерної та комп'ютерної графіки
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Олександр СЕМЕНІЙ,

*аспірант кафедри будівельних і дорожніх машин Харківського
національного автомобільно-дорожнього університету,
м. Харків, Україна*

ПИТАННЯ ОЦІНКИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ СИСТЕМИ НЕПРЯМОГО ОХОЛОДЖЕННЯ З НАНОТЕПЛОНОСІЯМИ ПАР ТЕРТЯ ДИСКОВО- КОЛОДКОВОГО ГАЛЬМА РІЗНИХ КАТЕГОРІЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Працездатність пар тертя різних транспортних засобів залежить від рівня енергонавантаженості гальмівного вузла. Застосування самовентильованих дисків у гальмах не задовольняє умову зниження їхньої енергонавантаженості [1, 2]. Пояснюється це тим, що гальмівні механізми мають обмежений будівельний об'єм, тому збільшити площі поверхонь теплообміну в само вентильованих гальмівних дисках неможливо. Крім того, коефіцієнт тепловіддачі вимушеної повітряної конвекції в десятки разів менше, ніж за інших видів примусового охолодження (наприклад, при непрямому примусовому водяному охолодженні пар тертя дисково-колодкового гальма транспортного засобу).

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Відомий метод оцінки теплового балансу суцільного диска, що входить до складу дисково-колодкового гальма транспортного засобу температурним методом [2]. Сенс останнього полягає у визначенні поверхневих температур послідовно теплоізованих поверхонь конструктивних елементів суцільних дисків, що потребує значних витрат часу. Тому одним з основних завдань при оцінці теплового балансу самовентильованих гальмівних дисків, з камерами, заповненими нанотеплоносіями, є відмова від теплоізоляції їх матових (неробочих) поверхонь.

В даний час сформовано банк результатів численних експериментів щодо дослідження теплофізичних параметрів нанорідин (колоїдний розчин у рідині металевих наночастинок). Однак ці дані мають великий розкид і часто суперечать одна одній. Більшість результатів зазначених експериментальних досліджень свідчить про аномальне збільшення теплопровідності нанорідин і має велику розбіжність із результатами аналітичних розрахунків. Слід зазначити, що при малих концентраціях наночастинок у питній воді аномального збільшення теплопровідності не виявлено [3–6].

Класифікація нанорідин та аналіз методів моделювання коефіцієнтів інтенсивності перенесення в них теплоти наведені у [7, 8]. Зокрема, зазначено, що строга теорія процесів перенесення теплоти в нанорідинах поки що не розроблена, а застосування моделювання теплопровідності методами молекулярної динаміки дозволяє прогнозувати результати, які сильно відрізняються від класичної теорії.

Великий розкид експериментальних даних пов'язаний з низкою об'єктивних причин: методикою синтезу наночастинок, функцією розподілу наночастинок за розмірами, теплофізичними параметрами наночастинок, технологією приготування нанорідин, а також методами визначення теплопровідності, термічного опору, коефіцієнтів теплопровідності, інтенсивностей потоків і теплопередач «метал – нанотеплоносій – метал».

Зупинимося коротко на нанорідинах та їх теплофізичних параметрах. Динамічна в'язкість рідини обумовлена насамперед молекулярною взаємодією, що обмежує рухливість молекул. У рідині молекула може проникнути у сусідній шар лише за виникнення у ньому тріщини, достатньої застосування її у молекули. На утворення тріщин (на розпушування рідини) витрачається так звана енергія активації в'язкого тертя. Ця енергія зменшується зі зростанням температури та зниженням тиску. У цьому полягає одна із причин різкого зниження в'язкості рідини з підвищенням температури та зростання її при високих тисках.

Виникнення в дисперсних системах просторових структур, утворених макромолекулами, викликає різке підвищення в'язкості. При перебігу

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

структурованої рідини робота зовнішньої сили витрачається як на подолання істинної (ньютонівської) в'язкості, а й на руйнування структури.

В'язкість рідини залежить від хімічної структури молекул і зростає із збільшенням молекулярної маси.

Коефіцієнт теплопровідності нанорідини є функцією температури. На коефіцієнт теплопровідності нанорідин впливають такі складові: кінетична, потенційна, контактна, потенційно-кінетична, контактено-кінетична, потенційно-контактна. При цьому взаємодія несучого середовища з наночастинкою визначається потенційно-кінетичним потенціалом.

Згідно молекулярно-динамічної теорії фазових траєкторій наночастинок в рідині і в насиченому вологому парі, що знаходяться в системі охолодження дисково-колодкового гальма, має місце їх локальна нестійкість і перемішування.

Розглянемо конструктивні особливості та роботу системи охолодження з нанорідиною дисково-колодкового гальма транспортного засобу (рис. 1). В системі охолодження камера 11 правого напівдиску 5 з фланцем 6 заправлена водою з важкими наночастинками з цинку діаметром від 5,0 до 10,0 нм, а камера 12 лівого напівдиска 7 - водою з легкими наночастинками з алюмінію діаметром від 2,0 до 4,0 нм. Таким чином, в камерах 11 і 12 напівдисків 5 і 7 сформована пориста рухлива структура, стан якої залежить від кутової швидкості диска гальма при русі і гальмуванні транспортного засобу. Термодинамічний стан рухомої пористої структури та її положення в камерах 11 та 12 напівдисків 5 та 7 визначають ефективність охолодження.

При гальмуванні дисково-колодковим гальмом на поверхнях, що труться, генерується теплота, значна частина якої від поясів тертя 18 передається правому напівдиску 5 з фланцем 6 і лівому напівдиску 7. Надалі сформовані теплові потоки взаємодіють з нанорідиною 16. Потоки теплоти в камерах 11 і 12 напівдисків 5 і 7, що з'єднані пустотілими циліндричними шипами 9, обумовлені перенесенням наночастинками рідини кінетичної та потенційної енергії, а також в результаті їх зіткнень. При цьому наявність у камері 11 (меншого об'єму) правого напівдиска 5 з фланцем 6 важких наночастинок у воді забезпечує формування захисного теплового бар'єру для температурного градієнта на межі між внутрішнім радіусом r_1 пояса тертя 18 і сполученням напівдиска 5 з фланцем 6.

Маса напівдиску 5 з фланцем 6 і камерою 11, заповненою нанорідиною 15, більша, ніж лівого напівдиска 7 з камерою 12, заповненою водою з легкими наночастинками. Обертання навколо осі напівдисків 5 і 7 обумовлює появу відцентрового прискорення, радіальна складова сил якого змушує під дією градієнта щільності важких і легких наночастинок, що знаходяться у воді,

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

циркулювати їх за схемою: важкі наночастинки камери 10 напівдисків 5 - отвори камери 12 напівдиска 7. Крім того, відцентрова сила при перетворенні води в пару за рахунок градієнта щільності змушує воду, що сконденсувалася, повертатися з холодних зон камер 11 і 12 в гарячі їх зони. При цьому під дією відцентрової сили поверхня розділу рідкої та пароподібної фаз стає гладкою та стійкою.

Нерівномірно уповільнений режим обертання напівдисків 5 і 7 при різкому гальмуванні викликає коливання нанорідини 15 в камерах 11 і 12 напівдисків 5 і 7, що при протиточному русі потоків пари і рідини викликає зрив крапель з наночастинок рухомої пористої структури і їх перенос в

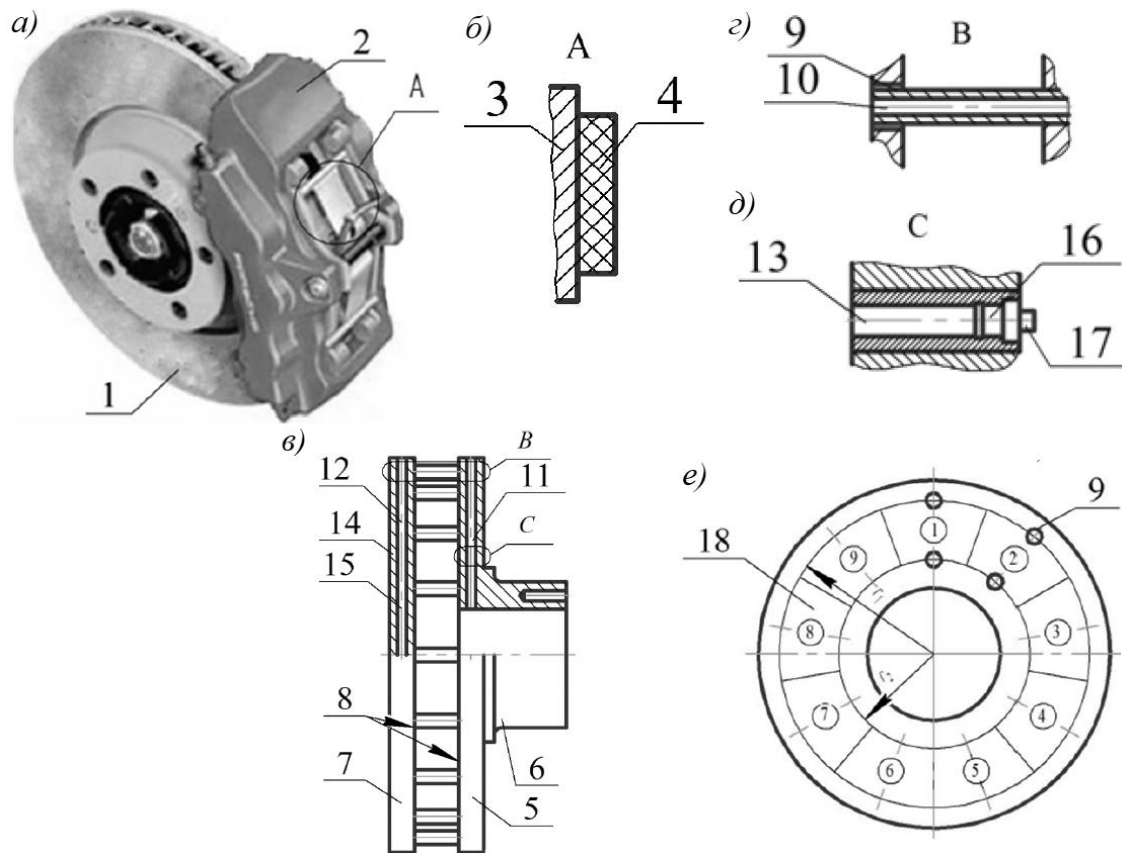


Рисунок 1 – Загальний вигляд самовентильованого дисково-колодкового гальма (а) та його фрикційний вузол (б); гальмівний диск із системою охолодження та її елементами (в, г , д)

холодні зони камер 11 і 12. В процесі руху і гальмування автотранспортного засобу відбувається омивання зовнішніх поверхонь напівдисків 5 та 7 зустрічними потоками повітря.

При утворенні пари з рідини в камерах 11 і 12 напівдисків 5 і 7 і підвищенні його тиску до критичного спрацьовують випускні клапани 17, що з'єднують камери 11 і 12 з навколишнім середовищем.

При фрикційній взаємодії пар тертя гальма відбувається послідовне чергування гарячих і холодних зон поясів тертя 18 напівдисків 5 і 7 під час руху

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

накладок 4 колодок 3 за новим слідом (див. рис. 1, е, положення 1–9 накладки на поясі тертя 18 диска). При цьому на поверхнях поясів тертя 18 дисків 5 і 7 виникає змінний температурний градієнт у зв'язку з мінливістю теплових потоків, що генеруються. Останні до кінця гальмування зменшуються і стають негативними внаслідок ефективного примусового охолодження нанорідиною 15 незважаючи на позитивний градієнт питомих навантажень до кінця процесу гальмування.

Метод оцінки теплового балансу системи непрямого охолодження з нанорідиною пар тертя дисково-колодкового гальма різних категорій транспортних засобів, що рухаються, реалізується в чотири етапи.

На першому етапі камери 11 і 12 з неоднаковими об'ємами правого напівдиска 5 з фланцем 6 і лівого напівдиска 7 заправляються нанорідинами 15 з легкими і важкими частинками. Камери 11 і 12 з'єднані між собою пустотілими шипами 9, 10. При русі транспортного засобу в режимі циклічних гальмувань і визначають енергонавантаженість пар тертя за величиною підвищення їх поверхневої температури: $t_1 - t_0$ (де t_0 – температура навколишнього середовища) за допомогою спаїв термопар 21, вмонтованих у тіло фрикційних накладок 4.

На другому етапі нанорідину 15 в камерах 11 і 12 напівдисків 5 і 7 замінюють водою. При русі транспортного засобу в режимі циклічних гальмування також визначають, наскільки змінилася температура поверхонь тертя $t_2 - t_0$. Величина відношення $(t_1 - t_0)/(t_2 - t_0)$ вказує частку теплоти, яку відводять металеві частинки від пар тертя гальма.

На третьому етапі видаляють воду з камер 11 і 12 напівдисків 5 і 7 гальма. Під час руху транспортного засобу у режимі циклічних гальмування знову фіксують підвищення поверхневої температури $t_3 - t_0$. Величина відношення $(t_2 - t_0)/(t_3 - t_0)$ вказує частку теплоти, яку відводить вода від вузлів тертя гальма.

На четвертому етапі нагрівають пари тертя гальма з сухими камерами 11 і 12 напівдисків 5 і 7 при русі транспортного засобу в режимі циклічних гальмування, повторюючи такі цикли неодноразово. Потім транспортний засіб рухається із різними швидкостями однаковий час. За зниженням енергонавантаженості пар тертя гальма визначають ефективність вимушеного повітряного охолодження.

За рахунок використання нанорідини з високим коефіцієнтом теплопровідності інтенсифікується відведення теплоти від поясів тертя 18 напівдисків 5 і 7, що дозволяє парам тертя гальма працювати в діапазоні температур нижче за допустиму для матеріалу накладки, сприяючи підвищенню ефективності дії гальма. При перетворенні рідини, що знаходиться

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

в камерах 11 і 12, у вологу насичену або суху пару ефективність системи примусового охолодження помітно підвищується.

Метод оцінки теплового балансу системи непрямого охолодження з нанопароносіями пар тертя дисково-колодкового гальма різних категорій транспортних засобів реалізується в два етапи.

На першому етапі камери 11 і 12 правого напівдиска 5 з фланцем 6 і лівого напівдиска 7 заповнюються нанорідинами 15 з однаковими діаметрами частинок. Камери 11 і 12 з'єднані між собою пустотілими шипами 9, 10. При русі транспортного засобу в режимі циклічних гальмування за час τ_1 температура води в камерах 11 і 12 напівдисків 5 і 7 зростає до температури її кипіння (99,9 °C). Визначають на скільки піднялася температура води $t_1 - t_0$ (де t_0 – температура навколишнього середовища). При подальших циклічних гальмуваннях температура пари досягає 200 °C, тобто за час τ_2 вона піднялася на $t_2 - t_1$. За величиною відношення $(t_1 - t_0)/(t_2 - t_1)$ визначають частку теплоти, яку відводять нанопарою від вузлів тертя гальма.

На другому етапі для двофазного стану води при температурах t_j за залежністю $Q_1 = \frac{\alpha_i F (t_i - t_0)}{\tau}$ (де α_i - коефіцієнт тепловіддачі; F - площа омивання) визначають кількість теплоти, відведену від вузлів тертя гальма нанотеплоносіями..

Таким чином, запропонований метод прогнозування теплового балансу системи непрямого охолодження з нанотеплоносіями вузлів тертя дисково-колодкового гальма різних транспортних засобів дозволяє оцінити ефективність кожної фази теплоносія при зниженні енергонавантаженості вузлів тертя гальма.

Список використаних джерел:

1. Особенности оценки интенсивности теплообмена самовентилируемых дисково- колодочных тормозов транспортных средств // Н. А. Вольченко, Д. А. Вольченко, А. И. Вольченко [и др.] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, №1/5(97), 2019 – С. 47-53.
2. К вопросу оценки теплового баланса сплошных дисков тормозов в подкатегори- ях транспортных средств / Н. А. Вольченко, Д. А. Вольченко, В. С. Скрыпник [и др.] // Проблемы тертя та зношування. – Киев. – 2018. – №3 (80). – С. 16-23.
3. Рудяк В Я., Краснолуцкий С. Л. Моделирование коэффициентов теплопроводности наножидкости с малыми частицами методом молекулярной динамики / В. Я. Рудяк, С. Л. Краснолуцкий // Журнал технической физики. 2017. Т. 87. Вып. 10 – С. 1450-1458.

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

4. Измерение коэффициента теплоотдачи наножидкости на основе воды и частиц окиси меди / А. В. Минаков, В. Я. Рудяк, Д. В. Гузей, А. С. Лобасов // ТВТ, том 53, вып 2, 2015. – С. 258-263.
5. Терехов В. И., Калинина С. В., Леманов В. В. Механизмы теплопереноса в наножидкостях: современное состояние проблемы. Ч. 2. Конвективный теплообмен // Теплофизика и аэромеханика, 2010. №2. – С. 173.
6. Рудяк В. Я., Белкин А. А., Томлина Е. А. О коэффициенте теплопроводности наножидкостей // Письма в ЖТФ. 2010. Т. 36. Вып. 14. – С. 49.
7. Рудяк В. Я., Белкин А. А. Моделирование коэффициентов переноса наножидкостей // Наносистемы: физика, химия, математика. 2010. Т. 1. №1. – С. 156.
8. Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А. Тепломассообмен. М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 215с.

. Марія ГНАТІВ,

голова циклової комісії спецдисциплін спеціальності 133 Галузеве машинобудування Дрогобицького механіко-технологічного фахового коледжу

Денис ДОБОШ,

студент групи ОР-31 спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Дрогобицького механіко-технологічного фахового коледжу

м.Дрогобич, Україна

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА БУРОВОГО ОБЛАДНАННЯ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ВИКЛИКИ

Нафтогазова промисловість є однією з ключових складових економіки України, а бурове обладнання — важливим елементом цього виробничого ланцюга. Ефективність, надійність і продуктивність бурових установок безпосередньо впливають на успіх видобутку вуглеводнів. З огляду на глобальні тенденції цифровізації та автоматизації, підприємства стикаються з необхідністю впровадження інноваційних рішень, що забезпечують конкурентоспроможність на ринку. Сучасне бурове обладнання — це не лише механічні компоненти, а й складні інтегровані системи, що потребують автоматизації на всіх етапах життєвого циклу. Автоматизація виробництва передбачає не тільки використання традиційних рішень, а й активне впровадження цифрових інструментів, роботизованих систем, а також нових технологій, таких як 3D-друк, гібридне виробництво та штучний інтелект. Метою цієї статті є аналіз сучасних тенденцій автоматизації виробництва бурового обладнання, а також виявлення основних викликів, що стоять перед галуззю.

1. Сучасні тенденції автоматизації виробництва бурового обладнання

1.1. *Впровадження цифрового моделювання (Digital Twin)*

Створення цифрового двійника бурової установки дає змогу моделювати роботу обладнання в реальному часі, тестувати зміни без ризику для виробництва, оптимізувати техобслуговування. Використання цифрового моделювання забезпечує зниження експлуатаційних витрат, підвищення надійності та продовження життєвого циклу обладнання.

1.2. *Інтернет речей (IoT) у виробництві*

IoT-технології активно інтегруються у виробництво бурового обладнання: датчики фіксують показники температури, тиску, навантаження, вібрацій, передаючи їх у реальному часі на аналітичні платформи. Це дозволяє забезпечити безперервний моніторинг стану обладнання, своєчасно виявляти несправності та запобігати аварійним ситуаціям.

1.3. *Автоматизовані системи управління (АСУ ТП)*

АСУ ТП є ядром автоматизації виробничих процесів, забезпечуючи управління технологічними циклами, контроль якості, зменшення енергоспоживання, а також дотримання стандартів безпеки.

1.4. *Роботизація виробництва*

Роботизовані комплекси для зварювальних, обробних та складальних операцій забезпечують високу точність, швидкість і повторюваність процесів. Це скорочує виробничий цикл, зменшує витрати та підвищує загальну ефективність виробництва.

1.5. *Адитивні технології (3D-друк)*

Сучасне виробництво активно впроваджує 3D-друк для виготовлення складних деталей з металевих порошків, що скорочує час виготовлення, зменшує кількість відходів і дозволить швидко адаптувати конструкції під індивідуальні вимоги.

1.6. *Гібридне виробництво*

Поєднання традиційної обробки та адитивних методів дозволяє отримувати деталі з високою точністю і покращеними механічними характеристиками. Це перспективний напрямок для виготовлення високонавантажених вузлів бурового обладнання.

1.6. *Штучний інтелект (AI) у виробничих процесах*

AI застосовується для оптимізації логістики, розрахунку параметрів обробки, управління ресурсами. Алгоритми машинного навчання аналізують виробничі дані, знаходячи оптимальні сценарії роботи обладнання.

2. Виклики впровадження автоматизації

2.1. *Фінансові бар'єри*

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Автоматизація вимагає значних капіталовкладень, що особливо актуально для малих і середніх підприємств. Окупність інвестицій залежить від масштабів виробництва, структури витрат та ринкових умов.

2.2. Підготовка персоналу

Впровадження сучасних технологій потребує наявності висококваліфікованих фахівців, здатних працювати з цифровими системами, аналізувати дані та обслуговувати складні технічні комплекси.

2.3. Модернізація існуючих потужностей

Багато виробничих ліній побудовані на основі застарілого обладнання, що потребує модернізації перед автоматизацією. Це створює додаткові витрати та технологічні труднощі.

2.4. Питання кібербезпеки

Інтеграція обладнання у цифрові мережі підвищує ризики кібератак. Важливо впроваджувати системи захисту даних, резервного копіювання та управління доступом.

3. Перспективи розвитку

Очікується, що у найближчі роки темпи автоматизації виробництва бурового обладнання зростатимуть завдяки зниженню вартості технологій, розвитку програмного забезпечення та поширенню концепцій Індустрії 4.0. Українські виробники мають можливість адаптувати ці тренди завдяки доступу до міжнародного досвіду, участі в наукових проектах, розвитку внутрішньої R&D-інфраструктури. Важливу роль відіграватиме інтеграція результатів наукових досліджень, підготовка нових кадрів та міжсекторальна співпраця.

Автоматизація виробництва бурового обладнання є ключовим чинником підвищення конкурентоспроможності нафтогазової галузі України. Впровадження цифрових технологій, АСУ ТП та роботизованих систем дозволяє досягти значних виробничих переваг. Проте реалізація потенціалу автоматизації потребує комплексного підходу, з урахуванням фінансових, кадрових та технологічних аспектів. Сучасні технології автоматизації відкривають широкі перспективи для розвитку виробництва бурового обладнання. Для впровадження цих інновацій важливо забезпечити фінансування, підготовку кадрів, оновлення інфраструктури та підвищення рівня кіберзахисту. Співпраця між наукою, освітою та бізнесом є критичною умовою успіху.

Список використаних джерел:

1. Гладкий, О. В., & Коваль, П. С. (2020). Роботизація виробництва бурового обладнання в Україні. Нафтогазова справа, 3(57), 42–50.
2. ASTM International. (2020). Standard Guide for Additive Manufacturing in Metal Components. ASTM F2792.

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

3. Українська асоціація машинобудівників (2023). Аналітичний звіт щодо впровадження інновацій у виробництві бурового обладнання. Київ.

ЛЯХ М.М.,

*професор кафедри нафтогазових машин та обладнання,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,*

МАЦЬКІВ І.О.,

*аспірант кафедри нафтогазових машин та обладнання,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,*

ДЕЙНЕГА Р.О.,

*доцент кафедри нафтогазових машин та обладнання,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,*

ФАФЛЕЙ І. Я.,

*аспірант кафедри нафтогазових машин та обладнання,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,*

МИХАЙЛЮК В.В.,

*доцент кафедри нафтогазових машин та обладнання,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,*

ПРОЦЮК Г.Я.,

*асистент кафедри інженерії програмного забезпечення
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна*

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЧИН ВИХОДУ З ЛАДУ ГИРЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ШТАНГОВИХ СВЕРДЛОВИННИХ НАСОСНИХ УСТАНОВОК

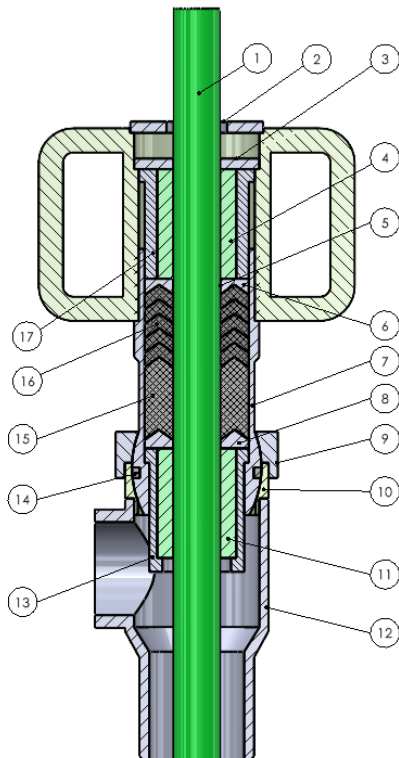
До гирлового обладнання відноситься колонна головка, устьовий сальник та полірований шток. Устьовий сальник є одним із найвідповідальніших елементів штангових насосних установок, оскільки він забезпечує герметичність устя свердловини і як наслідок, екологічну безпеку від забруднення нафтопродуктами та іншими хімічними речовинами. Відхилення осі колони насосних штанг від осі свердловини призводить до появи поперечних сил, які негативно діють на елементи устьового сальника, особливо на ущільнювальну набивку та вкладки з пресованої деревини. Це спричинює їх знос, що у результаті призводить до розгерметизації та витікання продукції із свердловини у навколишнє середовище. За допомогою імітаційного моделювання можна визначити розподіл напружень і деформацій у елементах сальника при дії поперечної сили, яка виникає внаслідок відхилення осі колони насосних штанг від осі свердловини в тому числі і від корпусу устьового сальника. У результаті виконаних досліджень за допомогою імітаційного

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

моделювання виявлено зони в яких відбувається інтенсивний знос ущільнюючих елементів.

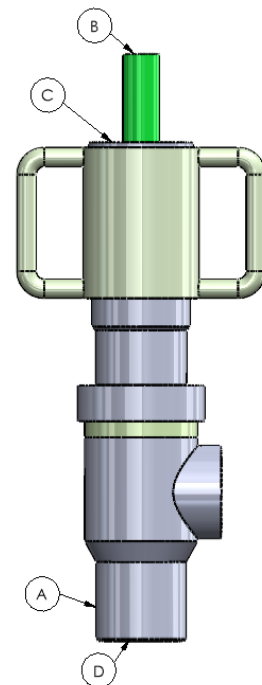
У штангових свердловинних насосних установках використовують різноманітні конструкції свердловинних устьових сальників (СУС2А-73-31, СУ4-73-31). Від конструктивної досконалості сальників залежать надійність, довговічність, екологічна безпека [1, 2].

Однією з основних причин інтенсивного зношування ущільнень є поперечні сили, що діють із сторони полірованого штока, які виникають внаслідок відхилення точки підвісу колони штанг на головці балансира від осі свердловини в тому числі від осі корпусу устьового сальника через неточність монтажу верстата-качалки, відхилення під час виготовлення та монтажу кінематичних ланок верстата-качалки, впливу динаміки колони штанг, просідання ґрунту під фундаментом верстата-качалки та інших факторів.



- 1 – шток; 2, 3 – шайба; 4, 11 – вкладка (з пресованої деревини); 5 – кришка головки; 6, 8 – вставка; 7 – корпус манжет; 9 – кришка кульова; 10 – перехідник кульовий; 12 – корпус; 13 – втулка нижня; 14 – ущільнення; 15, 16 – ущільнювальна набивка; 17 – втулка верхня

Рисунок 1 – Тривимірна модель устьового сальника СУС1-73-31



- A** Fixed Support 2
B Displacement
C Displacement 2
D Force: 80000 N

Рисунок 2 – Розрахункова схема устьового сальника СУС1-73-31

Навіть при достатньо точному центруванні верстата-качалки полірований шток при роботі буде аксіально переміщуватись відносно осі свердловини під дією динамічних коливань колони штанг, неточності виготовлення та монтажу окремих елементів верстата-качалки (головки балансира, балансира, траверси,

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

шатунів), що прискорює знос ущільнювальних манжет до 4...5 мм на сторону [3].

Для визначення напружено-деформованого стану елементів устьового сальника побудовано його тривимірну модель (рис.1) та застосовано імітаційне моделювання.

З метою якомога найточнішого відтворення умов роботи устьового сальника для його імітаційного моделювання застосовано розрахункову схему, відображену на рисунку 2. Що стосується контакту деталей сальника між собою, то коефіцієнт тертя прийнято рівним 0,2.

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 2) фіксування (А) (переміщення та обертання заборонені у будь-яких напрямках) сальника відбувається за корпус-трійник. До штока зверху прикладається переміщення (В) у горизонтальному напрямку величиною 1,2 мм, а внизу – розтягуюче навантаження (D) по осі величиною 80000 Н. Для імітації стиснення ущільнювальної набивки до кришки головки прикладається переміщення у осьовому напрямі вниз на величину 8 мм.

Щодо властивостей конкретних матеріалів, які використані для виготовлення деталей устьового сальника, то вони наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Властивості матеріалів деталей устьового сальника

№ з/п	Матеріал	Модуль Юнга, 10^6 Па	Коефіцієнт Пуассона
1	Сталь	200000	0,26
2	Сальникова набивка	20	0,49
3	Пресована деревина	22780	0,37

Результати дослідження зображені на рис. 3 та 4.

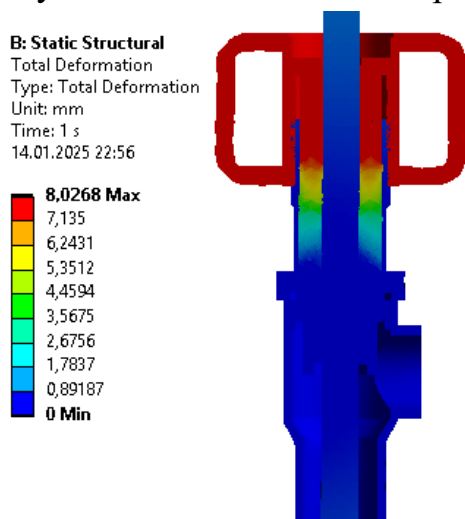


Рисунок 3 – Переміщення в елементах устьового сальника

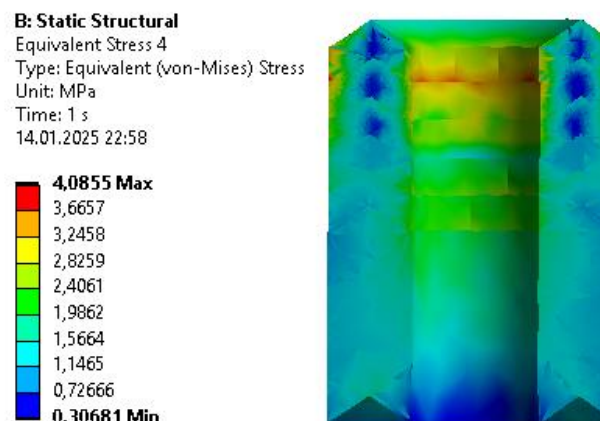


Рисунок 4 – Еквівалентні напруження у пакеті ущільнень

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Отже, при зміщенні штока всього на 1,2 мм відбувається перерозподіл контактного тиску в пакеті ущільнень та, як наслідок, з однієї сторони манжет контактний тиск збільшується, а відповідно з іншої – спадає. Виходячи з цього, і знос поверхонь ущільнювальної набивки в процесі їх експлуатації буде різним, причому із сторони з більшим контактним тиском ущільнювальна манжета буде мати значно більший та швидший знос.

Для збільшення терміну експлуатації устьового сальника та полірованого штока необхідно приділити увагу саме центруванню верстата-качалки та вдосконаленню конструкції його елементів. У майбутньому необхідно приділити увагу дослідженню впливу ґрунту, фундаменту на якому розміщується верстата-качалки, а також врахувати кліматичні умови протягом року на напружено-деформований стан елементів устьового сальника.

Висновки

Встановлено, що основною причиною виходу з ладу елементів гирлового обладнання, а саме ущільнень устьового сальника та поверхні полірованого штока, є відхилення осі полірованого штока від осі свердловини в тому числі від осі корпусу устьового сальника, що призводить до перерозподілу напружено-деформованого стану його елементів, пришвидшенню та нерівномірному зношуванню, та як наслідок до розгерметизації та витікання продукції із свердловини у навколишнє середовище.

Для дослідження роботи та напружено-деформованого стану полірованого штока та елементів устьового сальника розроблено його тривимірну модель. Вибір навантажень, які діють на шток та устьовий сальник прийнято на основі аналітичних розрахунків для верстата-качалки СК-10.

На основі аналізу результатів імітаційного моделювання встановлено, що відхилення полірованого штока на 1,2 мм у радіальному напрямку призводить до перерозподілу напружено-деформованого стану як штока, так і елементів устьового сальника. При цьому відбувається нерівномірний розподіл контактного тиску по поверхнях «шток-ущільнювальна манжета».

Список використаних джерел:

1. Федорович Я. Т. Нафтогазопромислові машини і комплекси. Навчальний посібник. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. 218 с.
2. Лях М. М., Федоряк Н. В. Монтаж бурового і нафтогазопромислового обладнання. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2022. 69 с.
3. Лях М. М., Мацьків І. Р., Дейнега Р. О., Михайлюк В. В., Шимко М. «Передумови якісного монтажу нафтогазового обладнання. Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку»: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, (м. Дрогобич, 11 -12 травня 2023 р.). Дрогобич: ТзОВ«Трек- ЛТД», 2023. 166. С. 42-44.

Denys PANEVNYK

*Associate Professor of the Department of Oil and Gas Machines and Equipment
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
Ivano-Frankivsk, Ukraine*

**CHARACTERIZATION OF THE PERFORMANCE PARAMETERS OF
A DOWNHOLE JET PUMP UNDER SWIRL-INDUCED INTERACTION OF
FLOWS**

The efficiency of oil and gas field development in difficult well operation conditions can be increased by the introduction of ejection technologies. The absence of moving parts, the ability to use in hard-to-reach places, the possibility of operation in an aggressive environment with mechanical impurities, high water content and a significant gas factor have spread the use of jet pumps in the processes of drilling, operation and repair of wells and in hydrocarbon collection and preparation systems. The use of oil and gas ejection technologies is limited by the low energy performance of the working process of downhole jet pumps, as a result of which the profitability of the hydrojet method of operation is ensured mainly at the later stages of hydrocarbon deposit development. An increase in the efficiency of the jet pump and a decrease in the cost of hydrocarbon extraction contribute to an increase in the economic attractiveness of the hydrojet method of oil recovery and are an urgent research task.

The need to improve the flow mixing mechanism led to the use of inclined guide elements placed in the flow part of the jet pump, which swirl the working and injected medium. The main feature of swirled flows is the presence of axial and radial pressure gradients [1]. The flow velocity near the walls significantly exceeds the average values, and on the axis, on the contrary, decreases. Significant radial gradients of axial and rotational velocity and static pressure contribute to the emergence of turbulent pulsations. The twisting of incompressible flows causes the formation of a recirculation zone in the form of a toroidal vortex, the length, diameter and mass of which are directly proportional to the degree of turbulence and practically do not depend on the Reynolds number and the ratio of the axial velocities of the outer and inner jets [2]. In the process of interaction of two swirling coaxial jets, asymmetric regions of reverse fluid flows are formed [3]. In the process of experimental study of the influence of turbulence on internal turbulent flows, it was found that the average velocity profiles both far from the wall and near it allow the observance of similarity conditions at sufficiently large Reynolds numbers, in the case that the flow reversal does not occur at the entrance. While the similarity of velocity profiles in the near-wall zone does not significantly depend on turbulence, the similarity of the velocity difference values is sensitive to turbulence [4]. In [5] it

is proposed to supplement the analytical equations of the pressure-flow characteristics of a downhole low-pressure jet pump with an inertial component that takes into account the symmetrical twisting of the injected flow by inclined guide elements. The mathematical model of a low-pressure jet pump for conditions of asymmetrical twisting of the injected flow is given in [6]. Similar mathematical model of the working process of the ejection system under the conditions of twisting of the injected flow was also obtained for a high-pressure jet pump [7]. The results of the research presented in works [5] – [7] were obtained for the case of twisting of the injected flow. A significant part of the ejection systems, however, contains guiding elements for twisting the working flow. The features of the working process of a downhole jet pump under the conditions of twisting of the working flow, therefore, have not been sufficiently studied.

The purpose of the research is to develop a calculation algorithm for determining the pressure characteristic of a downhole high-pressure jet pump under conditions of flow twisting by guiding elements placed in the working medium supply line.

Taking into account the hydraulic form of the law of conservation of the amount of fluid momentum in the closed volume of the mixing chamber under conditions of swirling of the working flow, the initial equation for deriving the pressure characteristic of the jet pump has the form

$$\begin{aligned} \varphi_2(G_p V_{p2} + G_i V_{i2}) - (G_p + G_i)V_3 &= (P_{33} - P_{i2})f_{i2} + (P_{33} - P'_{p2})f_{p2} = \\ &= P_{33}f_3 - P_{i2}f_{i2} - P'_{p2}f_{p2} \end{aligned} \quad , \quad (1)$$

where φ_2 – the coefficient of the injected flow velocity at the inlet to the mixing chamber of the jet pump;

G_p, G_i – the mass flow rate of the working and injected flows;

V_{p2}, V_{i2}, V_3 – the velocity of the working and injected flow in the inlet section of the mixing chamber and the mixed flow in the outlet section of the mixing chamber;

P_{33}, P_{i2}, P'_{p2} – the pressure values of the mixed flow in the outlet section of the mixing chamber, the injected and working flow in the inlet section of the mixing chamber;

f_{i2}, f_{p2}, f_3 – the cross-sectional areas of the injected and working flows at the inlet to the mixing chamber and the mixed flow at the outlet from the mixing chamber, respectively.

Taking into account the inertial component, the force created by the pressure of the swirling working flow P'_{p2} is

$$P'_{p2} f_{p2} = \int_0^{r_{p2}} \left(P_{p2} + \rho \frac{\omega_p^2 r^2}{2} \right) 2\pi r dr = P_{p2} f_{p2} + \rho \omega_p^2 \frac{\pi}{4} r_p^4, \quad (2)$$

where r_{p2} – is the radius of the working jet at the inlet to the mixing chamber of the jet pump.

The pressure values in the inlet and outlet sections of the mixing chamber are determined by the ratios

$$\begin{aligned} P_{33} &= P_3 - \frac{\varphi_3^2 V_3^2}{2} \rho_3 = P_3 - \frac{\varphi_3^2 (G_p + G_i)^2}{2 f_3^2 \rho_3}; \\ P_{p2} &= P_p - \frac{V_{p1}^2 \rho_p}{2 \varphi_1^2} - \Delta P_\kappa = P_p - \frac{G_p^2}{2 \varphi_1^2 f_{p1}^2 \rho_p} - \Delta P_\kappa; \\ P_{i2} &= P_i - \Delta P_\kappa, \end{aligned} \quad (3)$$

where f_{p1} – the area of the outlet cross-section of the working nozzle;

ΔP_κ – hydraulic losses in the flow on the path between the working nozzle and the mixing chamber of the jet pump.

After substituting relations (2), (3) into equation (1) and the corresponding transformations, we obtain a formula for determining the pressure-flow characteristic of a high-pressure jet pump for the conditions of twisting the working flow by the guiding elements

$$h = \frac{\varphi_1^2}{K_{ch}} \left[2\varphi_2 \frac{f_{p1}}{f_{p2}} + 2\varphi_2 i^2 \frac{f_{p1}}{f_{i2}} - (2 - \varphi_3)^2 \frac{(1+i)^2}{K_{ch}} \right] - \frac{\Delta P_\kappa}{\Delta P_p} + h_{dp} \quad (4)$$

In equation (4) it is denoted $K_{ch} = f_3 / f_{p1}$, $\Delta P_3 = P_3 - P_i$.

Equation (4) allows us to determine the effect of the swirling of the working flow on the working process of the jet pump. Changing the injection coefficient in the operating range of the pressure-flow characteristic of the jet pump allows us to estimate the energy characteristics of the jet pump according to the formula

$$\eta = \frac{hi}{(1-h)} \quad (5)$$

where η – is the efficiency of the ejection system.

Conclusions

1. The problem of modeling the working process of a high-pressure downhole jet pump under conditions of swirling of the working flow is formulated. It is proposed to use an inertial component to determine the magnitude of the pressure increase caused by swirling of the flow, the magnitude of which is directly proportional to the squares of the rotation speed and radius of the working jet.

2. Based on the use of the law of conservation of the amount of fluid momentum in the closed space of the mixing chamber, the relationship between the magnitude of the relative head created by the jet pump and the design and operating parameters of the ejection system is established. Unlike a direct-flow jet pump, the structure of the pressure-flow characteristic equation is supplemented by a dimensionless component, which determines the additional head caused by swirling of the working flow by inclined guide elements.

3. The regularities of changes in the pressure-flow and energy characteristics of a high-pressure jet pump under conditions of swirling of the working flow have been established.

References:

1. Vélez R.P., Vásquez-Santacruz J., Marín-Urías L., Vargas A., García-Ramírez P., Morales-de-la-Mora J., Vite-Morales A., Gutierrez-Domínguez E. Efficiency Maximization of a Jet Pump for an Hydraulic Artificial Lift System. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*. 2019. Vol. 35. Issue 1. 13 p. <https://doi.org/10.23967/j.rimni.2018.11.002>.

2. Saker A.A., Hassan H.Z. Study of the Different Factors That Influence Jet Pump Performance. *Open Journal of Fluid Dynamics*. 2013. Vol. 3 No.2. Article ID:32658. 6 p. <https://doi.org/10.4236/ojfd.2013.32006>.

3. Kökpınar M.A., Göğüş M. The performance of water jet pumps and their application in Slurry transportation. *Journal of Thermal Science and Technology*. 2023. Vol. 43. Issue 1. P. 119-134. <https://doi.org/10.47480/isibted.1290753>.

4. Sheha A.A., Nasr M., Hosien M.A., Wahba E.M. Computational and Experimental Study on the Water-Jet Pump Performance. *Journal of Applied Fluid Mechanics*. 2018. Vol. 11. No 4. P. 1013-1020. <https://doi.org/10.29252/jafm.11.04.28407>.

5. Hesham A.M. A New One-Dimensional Flow Theory of the Jet Pump for Pumping Crude Oil with Different Viscosities and Densities Using Water Powered Flow. *SPE Artificial Lift Conference and Exhibition, Manama, Bahrain*, 27–28 November 2012. Paper Number: SPE-163113-MS. 11 p. <https://doi.org/10.2118/163113-MS>.

6. Panevnyk D.A. Simulation of a downhole jet-vortex pump's working process. *Nafta-Gaz*. 2021. No 9. P. 579–586. <https://doi.org/10.18668/NG.2021.09.02>.

7. Panevnyk D.O. Investigation of hydraulic characteristics of a downhole jet pump. *Journal of Hydrocarbon Power Engineering*. 2021. Vol. 8. Issue 1. P. 1–8. [https://doi.org/10.31471/2311-1399-2021-1\(15\)-1-7](https://doi.org/10.31471/2311-1399-2021-1(15)-1-7).

Мелейчук С. С.,

*доцент кафедри технічної теплофізики Сумського державного університету,
кандидат технічних наук, доцент
м. Суми, Україна*

Вансєв С. М.,

*завідувач кафедрою технічної теплофізики
Сумського державного університету, кандидат технічних наук, доцент
м. Суми, Україна*

Баран В. В.,

*викладач, голова циклової комісії
електричної інженерії та автомобільного транспорту
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,
м. Дрогобич, Україна*

Галелюк А.З.,

*викладач циклової комісії електричної інженерії та автомобільного
транспорту КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,
м. Дрогобич, Україна*

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК – ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ТЕРМОТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

В обставинах вичерпання запасів органічного палива, на даний момент гостро постає проблема економії паливно-енергетичних ресурсів та зменшення забруднення довкілля. Більшість енергоресурсів, що використовуються в даний час, не відновлюються і може бути в найближчому або більш віддаленому майбутньому вичерпані. У сучасних умовах понад 90% електро- та теплоенергії одержують, витрачаючи невідновлювані енергоресурси: різні види вугілля, горючі сланці, нафту, природний газ, торф, ядерне паливо тощо.

Очевидно, що використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) сприяє: зменшенню залежності від викопних видів палива, збереженню вичерпних природних ресурсів, зменшенню екологічного забруднення довкілля, підвищенню енергоефективності обладнання, економічному розвитку та інноваціям. Зменшення залежності від викопних видів палива можливе через диверсифікацію енергобалансу, що забезпечує більш стабільне енергопостачання чи резервне живлення [1]. Одним із найефективніших шляхів економії паливно-енергетичних ресурсів – є використання екологічно чистих нетрадиційних ВДЕ, і в першу чергу сонячної енергії, енергії, акумульованої в ґрунті, водоймах, повітрі, технологічних скидних ресурсах підприємств тощо.

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Однак періодичність дії та низький температурний потенціал цих джерел не дозволяють використовувати їхню енергію безпосередньо, без перетворення. Як перетворювач теплової енергії, від теплоносія з низькою температурою до теплоносія з більш високою температурою, використовуються теплонасосні установки (ТНУ). Тепловий насос дійсно можна розглядати як «термотрансформатор», оскільки він «переносить» тепло з низькотемпературного джерела на вищий температурний рівень. Це дозволяє використовувати тепло, яке не може бути безпосередньо використане в теплогенераторі. Принцип роботи теплового насоса базується на термодинамічних циклах, що забезпечують перенесення тепла з холодного джерела до гарячого [2].

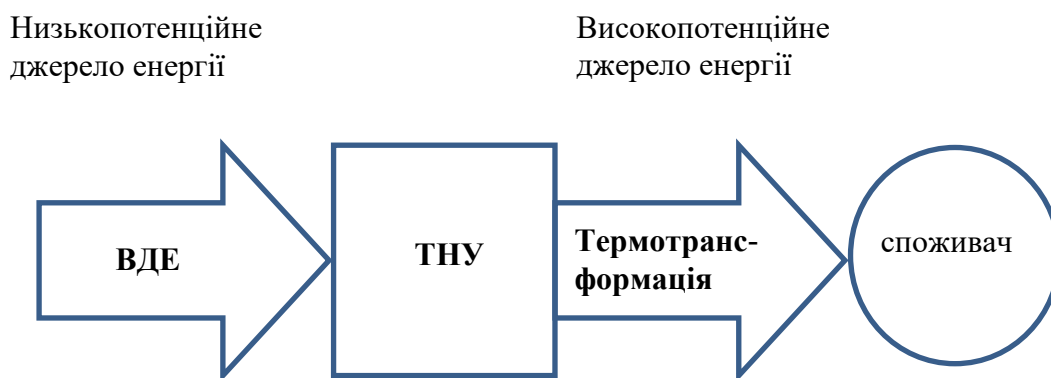


Рисунок 1 - Принципова схема перетворення енергії

Як джерела низькопотенційної енергії можуть використовуватися: навколишнє повітря; ґрунтові води; водойми та природні водні потоки; сонячна енергія; поверхневий шар ґрунту та інші.

З екологічного погляду - застосування теплонасосних установок дає можливість:

- економії паливно-енергетичних ресурсів;
- зниження шкідливих викидів від теплогенеруючих установок;
- можливість зниження витрати органічного палива на 20-25%, що, у свою чергу, дозволяє значно зменшити ефект несприятливого впливу на довкілля та парниковий ефект.

Найефективніше джерело низькопотенційної енергії має підтримувати стабільну температуру протягом опалювального сезону, бути у достатній кількості та відновлюватись, мати сприятливі теплофізичні характеристики.

У таблиці 1 наведені температурні рівні, що характерні для найбільш поширених джерел низькопотенційної енергії [3].

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Таблиця 1 – Температурний рівень, характерний для основних джерел тепла, що використовуються в системах на основі теплових насосів

Джерело тепла	Температурний рівень, °С
Зовнішнє повітря	-10...+15
Вентиляційне повітря	+15...+25
Річкова/озерна вода	0...+10
Морська вода	+3...+8
Ґрунт	0...+10
Ґрунтові води	+10...+15
Геотермальні води	+20...+50

Зовнішнє, вентиляційне повітря і ґрунт являють собою джерела тепла, що широко використовуються в невеликих системах на базі теплових насосів, тоді як морська, озерна і річкова вода, геотермальні джерела і ґрунтові води, що залягають на глибині нижче 20 м, застосовуються для систем великої потужності.

Можливість використання в теплогенерації низькопотенційних потоків ВДЕ значно розширює ресурсну базу теплопостачання, робить її менш залежною від паливних ресурсів. Задіявши тепловий насос, який працює на ВДЕ, ми умовно забезпечуємо систему теплогенерації паливним ресурсом на 15-20 років роботи. Необхідно відзначити раціональність використання електроенергії у теплонасосних системах теплогенерації. В ТНУ електроенергія, забезпечуючи необхідну термотрансформацію, одночасно реалізує як теплову, так і силову якість електроенергії, завдяки чому досягається економія первинних невідновлюваних енергоресурсів.

Основні сфери використання ТНУ: системи гарячого водопостачання, опалення, кондиціонування повітря протягом року, а також у низці промислових технологій. У свою чергу теплові насоси характеризуються високою вартістю капітальних витрат, що становлять від 200 до 500 дол. США на 1 кВт виробленого тепла, при чому термін окупності ТНУ залежить від декількох факторів: від типу енергоносія, стосовно якого він розраховується, площі об'єкта, температурного рівня та ін. Термін окупності в залежності від перерахованих вище факторів може становити від 1,3 до 15 років [3].

В теперішній час у більшості розвинених країн світу йдеться вже не про локальне застосування ТНУ, а про їхнє промислове використання як джерела теплопостачання. За оцінками [4], масштаби впровадження ТНУ у світі становлять:

- у Швеції 50% опалення здійснюється за рахунок використання ТНУ;

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

- у Німеччині було передбачено дотацію держави на встановлення ТНУ за кожен кВт встановленої потужності;
- у Японії щорічно виробляється близько 3 млн. ТНУ;
- США щорічно виробляється близько 1 млн. ТНУ;
- у Стокгольмі 12% опалення міста забезпечується ТНУ загальною потужністю 320 МВт, які використовують теплоту стічних вод.

Можливості та економічне обґрунтування використання теплових насосів залежить від кліматичних і географічних особливостей регіону, рівня розвитку економіки, паливно-енергетичного комплексу, а також співвідношення вартості на основні види викопного палива та одиниці електроенергії.

Системні переваги ТНУ можна узагальнити у такому вигляді:

- 1) Теплові насоси порівняно із традиційними системами генерації тепла дозволяють максимально заощадити первинні енергоресурси за рахунок утилізації ВДЕ;
- 2) Використання методів оптимізації термoeкономічних параметрів ТНУ дозволяє значно скоротити термін окупності системи;
- 3) При використанні ТНУ забезпечується екологічна чистота довкілля.

Незважаючи на очевидні переваги, недоліками теплових насосів є відносно високі капітальні затрати, тому актуальним є завдання вибору режимних та конструктивних параметрів роботи ТНУ, які забезпечують економічну ефективність та інвестиційну привабливість.

Список використаних джерел:

1. Альтернативні енергоресурси. Вступ до спеціальності: навчальний посібник / за заг. редакцією С. В. Бойченка. – К.: НАУ, 2021. – 397 с.
2. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навч. посіб. / В. М. Арсеньєв, С. С. Мелейчук. – Суми : СумДУ, 2018. – 364 с.
3. Теплонасосна технологія енергозбереження / В.М. Арсеньєв. – Суми: СумДУ, 2011. – 282 с.
4. Теплові насоси та кондиціонери: навч. посіб. / В. Р. Нікульшин, В. В. Височин. - Одеса : Медіа Арт, 2014. - 180 с.

Володимир МАЛАЩЕНКО,
професор кафедри ТМІГ
Національного університету «Львівська політехніка»
Богдан СОЛОГУБ,
доцент кафедри ТМІГ
Національного університету «Львівська політехніка»
м. Львів, Україна

Богдан ЛИСЯК,

ТОВ «Дрогобицька машинобудівна компанія»,

м. Дрогобич, Україна

Василь ФЕДИК,

к.т.н., викладач циклової комісії

електричної інженерії та автомобільного транспорту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,

м. Дрогобич, Україна

ЗБІЛЬШЕННЯ ФУНКЦІЙ КУЛЬКОВИХ ОБГІННИХ МУФТ

Розглянуто можливості покращення експлуатаційних показників нової запатентованої муфти, що відноситься до галузі загального машинобудування та виконує такі функції: з'єднує кінці валів; передає обертальний момент. Обгінна її частина автоматично вмикається під час передавання обертального моменту в одному напрямку та вимикається при зміні напрямку обертання, а запобіжна її частина захищає всі деталі і механізми від руйнувань, що можуть бути спричинені небажаним збільшенням навантаження елементів кінематичного ланцюга після муфти.

Для цього у статті наведено конструкційні та силові особливості кулькової обгінно-запобіжної муфти, що може ефективно застосовуватися в кінематично-силових приводах, що передають навантаження тільки в одному напрямку і запобігають перевантажень робочих органів машин. Відомо, що натеper частіше у механічних приводах застосовуються роликові обгінні муфти, що передають навантаження за рахунок тертя заклинених роликів між поверхнями півмуфт і під час значних перевантажень можуть проковзувати, що приводить до їх спрацьовування. Відомо, що кулькові обгінні муфти передають робочі навантаження зачепленням кульок з робочими поверхнями півмуфт і тому значні перевантаження можуть викликати місцеві деформації робочих поверхонь півмуфт чи кульок. Одним із розв'язків такої проблеми може бути застосування кулькових обгінно-запобіжних муфт, які спроможні автоматично роз'єднувати кінематичний ланцюг під час перевантажень. Ці обставини допомогли розробити, запатентувати та провести дослідження запропонованої муфти для переконливого підтвердження того, що такі кулькові обгінно-запобіжні муфти можна ефективно застосовувати як пристрої для обмежування величини обертального моменту в механічних приводах машинобудування. Тут важливим показником надійного функціонування частини механічного привода, що розміщено після муфти, точність регулювання величини навантаження запобіжної її частини. Запропонована муфта дає можливість істотно покращити ефективність функціонування механічного привода за

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

рахунок набуття важливої функції — автоматичного роз'єднання кінців ведучого і веденого валів тоді, коли робочий обертальний момент набуде значних небажаних для технологічного процесу значень. Нова кулькова обгінно-запобіжна муфта рис. 1, складається із внутрішньої частини 1 із внутрішніми пазами, обойми 2 із торцевими пазами. Ця частина гвинтами 4 кріпиться до зовнішнього корпусу 3. Ця група деталей формують частину кулькової обгінно-запобіжної муфти, що має також кульки 5, натискне кільце 6 та пружину 7. До цієї кулькової обгінно-запобіжної муфти зовнішню поверхню притискається втулка 8 пружиною 10. Втулка 8 може також переміщуватися у осьовому напрямку на валу 9 по відношенню до шпонки 11. Для рівномірного руху втулки можливий варіант збільшення кількості шпонок чи перехід до шліцевого з'єднання. Максимальна величина передавального муфтою обертального моменту легко регулюється силою затягування робочої пружини 10. Це можна здійснювати під час складання приводу вибором шайб потрібної товщини. Запропонована муфта (рис. 1) функціонує наступною послідовністю. Обгінна її частина подібно до відомих обгінних муфт автоматично з'єднується у залежності від напрямку обертання ведучої її частини, а запобіжна частина регулюється на бажану величину обертального моменту з допомогою осьової деформації пружини. При наростанні обертального моменту до небажаної величини відбувається проковзування обгінної частини муфти по відношенню до втулки 8.

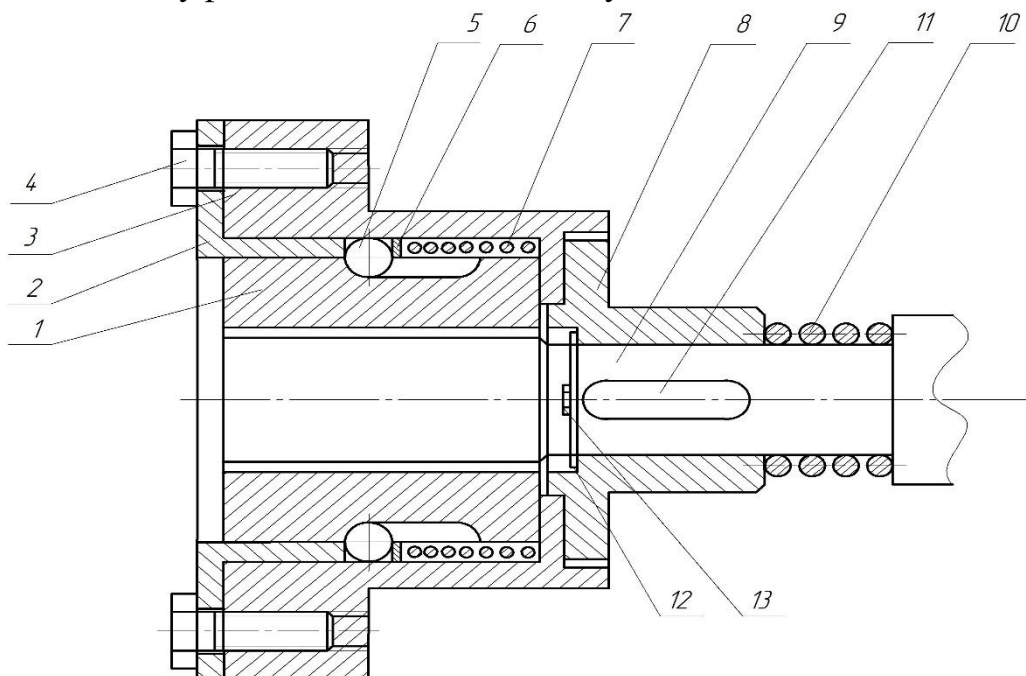


Рис. 1. Загальний вигляд кулькової обгінно-запобіжної муфти

Отже, запропонована муфта також передає навантаження зачепленням та змінює спосіб передачі руху за рахунок сил тертя, роз'єднуючи кінематичний

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ланцюг підчас його перевантаження. Тому вона є надійнішою за звичайні кулькові обгінні муфти.

Список використаних джерел:

1. Гащук П.М., Малащенко В.В., Сахро Г.Г. Вплив геометричних параметрів на час вмикання кулькових обгінних муфт стартерів транспортних засобів// Підйомно-транспортна техніка. – 2006. – № 2 (18). – С. 6 – 11.
2. Малащенко В.О., Гащук П.М., Сороківський О.І., Малащенко В.В. Монографія. Кулькові механізми вільного ходу. – Львів: Новий Світ – 2000, 2012. – 212 с.
3. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків. – Львів. НУ ЛП, 2006. – 196 с. і 2009. – 216с. (2-е видання).
4. Malascenko V. Sorokivskij O. The selektion of Parametrns of a Coaster Ball Clutch and Rekommodation for its Konstruktion. Transaktions of the Universies of Kosise. - 2002. - № 2. – С. 1 – 6.
5. Малащенко В.О., Сороківський О.І. Навантаження напівмуфт кулькової муфти вільного ходу зосередженою осьюовою силою / Машинознавство. – 2002. - № 5. – С. 46 – 48.

Владислав ПРОЦЕНКО,

професор Херсонського національного технічного університету

м. Херсон, Україна

Андрій БОРИС,

к.т.н., викладач кафедри ТМІГ

Національного університету «Львівська політехніка»

м. Львів, Україна

Олександр ДУМАЛО,

викладач циклової комісії

електричної інженерії та автомобільного транспорту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,

м. Дрогобич, Україна

МОЖЛИВІСТЬ ОТРИМАННЯ САМОГАЛЬМІВНОГО НАРІЗЕВОГО З'ЄДНАННЯ

Відомо, що надійність стандартних нарізевих з'єднань (болтами, гвинтами та шпильками) вимагають додаткового стопоріння особливо при змінних навантаженнях. Тому застосовуються засоби від само відгвинчування у конструкціях різних з'єднань, що від цього показника в багатьох випадках залежить нормальна робота машин і механізмів. У зв'язку з цим стандартні кріпильні нарізи забезпечують умову самогальмування при умові $\psi < \rho$, тобто коли кут її підйому ψ менший кута тертя ρ . Відомо, що найбільш

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

розповсюджені діаметри нарізів (М12...М60) мають наступні свої межі кута підйому витків нарізі і кута тертя у таких межах: $\psi \cong 2,5^0 \dots 1,5^0$; $\rho \cong 5^0 \dots 6^0$.

Відомо також, що умова самогальмування кріпильних нарізів буде справедлива під час роботи з'єднання з статичними навантаженнями. Для знакозмінних і пульсуючих навантажень необхідні спеціальні засоби для стопоріння гайок від само відгвинчування та забезпечення виконання основних функцій нарізних з'єднань. Бувають особливі випадки таки, коли надійного стопоріння нарізевого з'єднання здійснити утруднено чи неможливо. Наприклад,

для закріплення деталей закритого профілю чи зменшення металоємкості конструкції в умовах дії динамічних навантажень є перспективним застосування спеціальних само гальмівних нарізних з'єднань, що наведені на рис.1. Гальмування у наведеному здійснюється за рахунок збільшення сил тертя в нарізі. Для порівняння з стандартними нарізками визначимо теоретично момент тертя в запропонованій самогальмівній і стандартній метричній нарізі. Для цього розглянемо силові співвідношення, які виникають при загвинчуванні гайки подібних до прямокутної нарізі (рис. 1). При загвинчуванні гайки фіксована частина витка буде умовно підійматися по еквівалентній похилій площині, яка є розгорткою гвинтової нарізки.

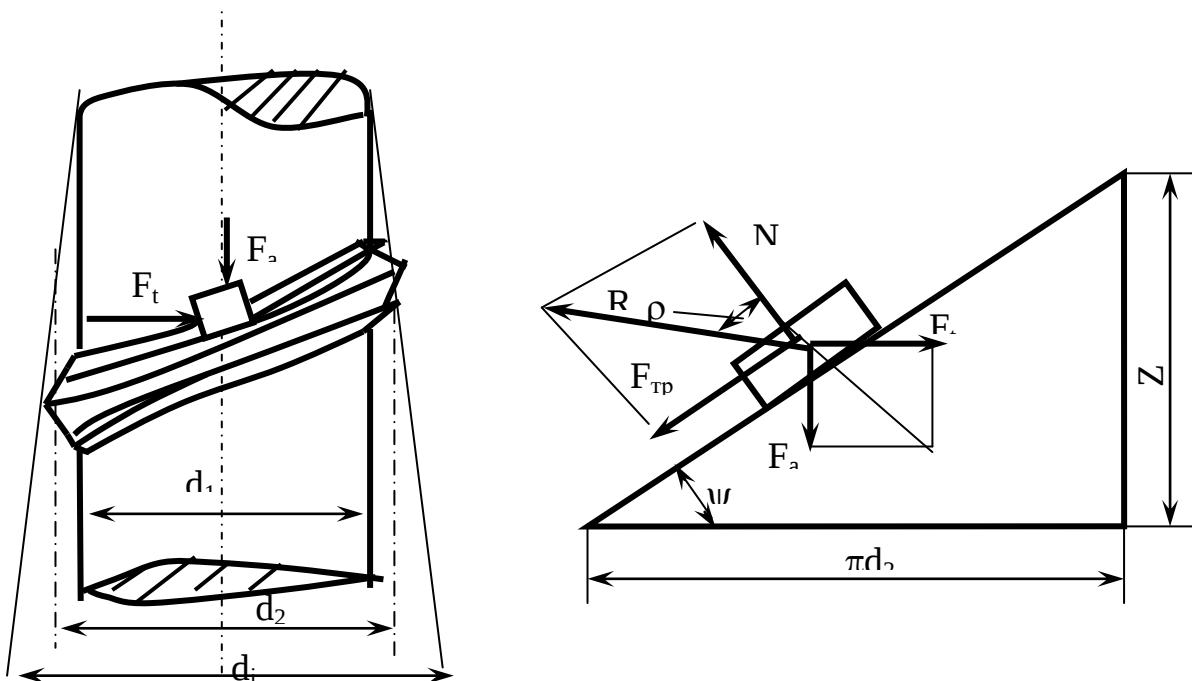


Рис.1. Сили між гайкою та болтом під час згвинчування

Конструкції фіксуючих пристроїв можуть бути основані на використанні сил тертя, спеціальних гальмівних пристроїв і нероз'ємного стопоріння, як наприклад, зварювання, кернування, посадка на спеціальний клей тощо.

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Гальмівні пристрої можуть бути також комбінованого характеру, включаючи в собі спеціальні шайби, які підвищують значення сил тертя в нарізі внаслідок притискання контактуючих поверхонь витків одна до одної.

Момент тертя в нарізі та питання її самогальмування

Стандартні нарізі з'єднання (болтові, гвинтові та шпильками) вимагають додаткового стопоріння особливо при змінних навантаженнях. Тому у конструкціях різних таких з'єднань засобом проти самовідгвинчування приділяється виняткова увага, тому, що від цього показника в багатьох випадках залежить нормальна робота машин і механізмів. У зв'язку з цим, всі стандартні кріпильні нарізі забезпечують умову самогальмування $\psi < \rho$, тобто умову, коли кут її підйому ψ менший кута тертя ρ . З існуючих літературних джерел витікає, що найбільш розповсюджені діаметри нарізів (М12....М60) мають наступні свої межі, кута підйому витків нарізі і кута тертя:

$$\psi \cong 2,5^{\circ} \dots 1,5^{\circ}; \quad \rho \cong 5^{\circ} \dots 6^{\circ}.$$

Умова самогальмування кріпильних нарізів буде справедлива під час роботи з'єднання з статичними навантаженнями. Для знакозмінних і пульсуючих навантажень необхідні спеціальні засоби для стопоріння гайок від само відгвинчування та забезпечення виконання основних функцій нарізних з'єднань.

Конструкції фіксуєчих пристроїв можуть бути основані на використанні сил тертя, спеціальних гальмівних пристроїв і нероз'ємного стопоріння, як наприклад, зварювання, кернування, посадка на спеціальний клей тощо. Гальмівні пристрої можуть бути також комбінованого характеру, включаючи в собі спеціальні шайби, які підвищують значення сил тертя в нарізі внаслідок притискання контактуючих поверхонь витків одна до одної.

Для закріплення деталей закритого профілю і зменшення металоємкості конструкції в умовах дії динамічних навантажень є перспективним застосування спеціальних само гальмівних нарізних з'єднань, що наведені вище, гальмування у яких здійснюється за рахунок збільшення сил тертя в нарізі. Для порівняння з стандартними нарізями визначимо теоретично момент тертя в запропонованій само гальмівній і стандартній метричній нарізі. Для цього розглянемо силові співвідношення, які виникають при загвинчуванні гайки подібних до прямокутної нарізі (рис. 1). При загвинчуванні гайки фіксована частина витка буде умовно підійматися по еквівалентній похилій площині, яка є розгорткою гвинтової нарізки. Вводимо наступні позначення: $F_{тр}$ сила тертя в нарізі; F_t — колова сила; F_a -осьова сила; f — коефіцієнт тертя для матеріалу болта та гайки; N — нормальне навантаження витка нарізі; ψ — кут її підйому. Без урахування конусності стержня болта із умови рівноваги частини гайки для рис. 1 маємо очевидну систему рівнянь:

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

$$F_t \cos \psi - F_a \sin \psi = F_{тр};$$

$$N = F_{кл} \sin \psi + F_a \cos \psi. \quad (1)$$

Після урахування $F_{тр} = N f$ система рівнянь (3.11) приймає вигляд

$$\begin{aligned} F_t \cos \psi - F_a \sin \psi &= f F_t \sin \psi + f F_a \cos \psi; \\ F_t (\cos \psi - f \sin \psi) &= F_a (\sin \psi + f \cos \psi). \end{aligned} \quad (2)$$

Величина колової сили F_t дорівнює (рис.3.4)

$$F_t = F_a \frac{\sin \psi + f \cos \psi}{\cos \psi - f \sin \psi};$$

або

$$F_{t'} = F_a \frac{tq\psi + f}{1 - ftq\psi} \quad (3)$$

У запропонованому з'єднанні нарізевий кінець болта має конусність, тому знову базуючись на основній теорії елементів гвинтової пари, подібно до розглянутого випадку, умова рівноваги робочих витків болта має наступний вигляд:

$$\sum N \cos \frac{\alpha}{2} \cos \psi \cos \varphi - \sum F \sin \psi = F_a; \quad (4)$$

$$\left(\sum N \cos \frac{\alpha}{2} \sin \psi \sin \varphi + \sum F \cos \psi \right) \frac{d_2}{2} = M,$$

де $\sum N, \sum F$ – сумарне нормальне навантаження витків і сумарна сила тертя в нарізі; α, ψ і φ – відповідно кути профілю та підйому витків і конусності нарізної частини болта; F_a і M – осьова сила та момент тертя у нарізі; d_2 – її середній діаметр. Якщо дійсний профіль нарізі звести до еквівалентного трикутного, то можна для попередніх розрахунків покласти

$$\Sigma F = \Sigma N \frac{f}{\cos \frac{\alpha'}{2}}, \quad (5)$$

де f – коефіцієнт тертя ковзання матеріалу гайки та болта; α' – кут профілю еквівалентних витків нарізі ($\alpha' \approx \alpha = 120^\circ$).

Розв'язуючи систему рівнянь (4) з урахуванням (5), після простих перетворень, дістанемо залежність для визначення моменту тертя в нарізі запропонованого з'єднання у вигляді

$$M = F_a \frac{d_2}{2} \frac{\cos \frac{\alpha}{2} \sin \psi \sin \varphi + f \cos \psi}{\cos \frac{\alpha}{2} \cos \psi \cos \varphi - f \sin \psi},$$

або, після поділу чисельника та знаменника на $\cos \beta$, дістанемо

$$M = F_a \frac{d_2}{2} \frac{\cos \alpha / 2 \operatorname{tg} \psi \sin \varphi + f}{\cos \alpha / 2 \cos \varphi - f \operatorname{tg} \psi}. \quad (6)$$

Із (6) очевидно, що зведений коефіцієнт тертя в даному випадку визначається за формулою

$$f'' = \frac{\cos \alpha / 2 \operatorname{tg} \psi \sin \varphi + f}{\cos \alpha / 2 \cos \varphi - f \operatorname{tg} \psi}. \quad (7)$$

Рівняння (7) описує аналітичну залежність зведеного коефіцієнта тертя не тільки від матеріалу гайки та болта, а і від їхніх основних геометричних параметрів та конусності нарізного кінця болта. Із (7) видно, що зі збільшенням кута підйому гвинтової нарізки значення заданого коефіцієнту тертя зростає (рис. 2), що підтверджується також експериментами, які проведено у лабораторних умовах. Крім цього проведений аналіз впливу f на зведений коефіцієнт тертя уможливив побудування графіків, що наведені на рис. 3. і 4.

Усереднені значення цього кількісного аналізу, для різних за розмірами з'єднань за формулою (7) наведено в табл.1.

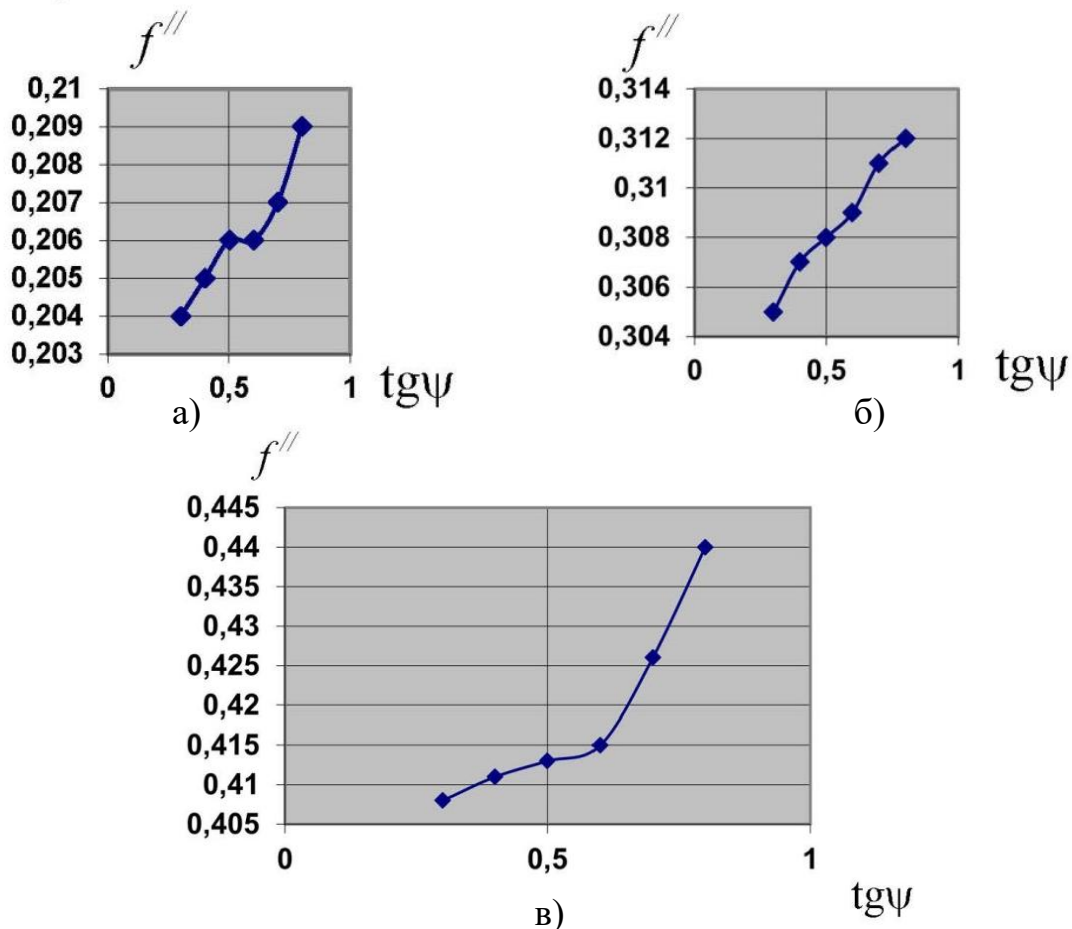


Рис. 2. Зміна зведеного коефіцієнта тертя в функції кута підйому гвинтової нарізки: а) - $f = 0,1$; б) - $f = 0,15$; в) - $f = 0,2$.

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

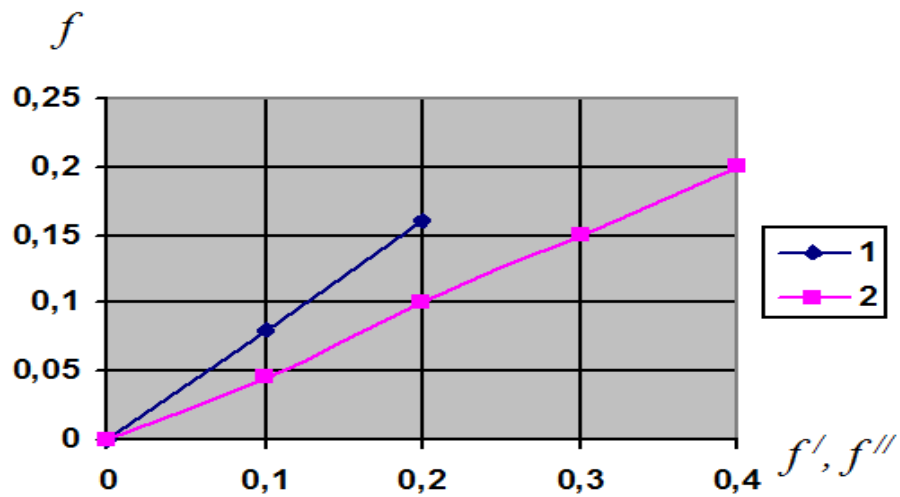


Рис. 3. Залежність зведених коефіцієнтів тертя від коефіцієнту тертя ковзання:
1) стандартної нарізі; 2) запропонованої нарізі.

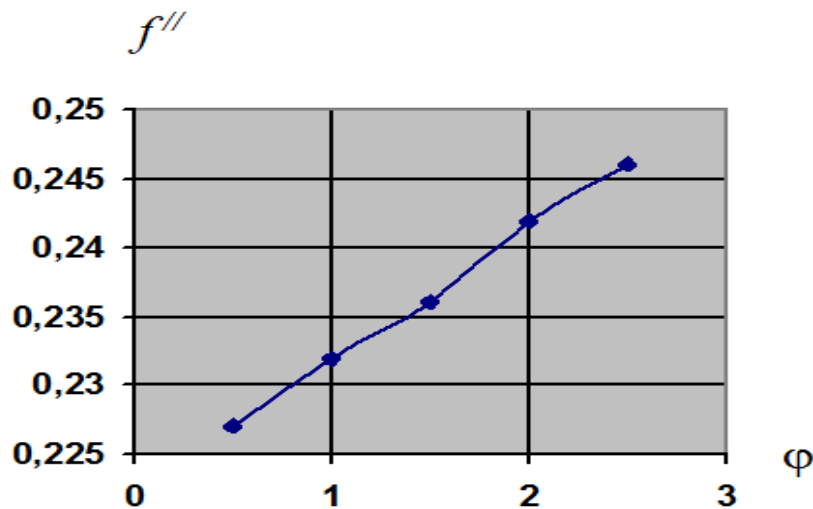


Рис. 4. Зміна зведеного коефіцієнта тертя в функції кута конусності нарізного з'єднання з підвищеним самогальмуванням

№ п/п	Назва параметра	Тип з'єднання	
		Стандартне нарізне	Запропоноване з підвищеним самогальмуванням під час затягування
1	Коефіцієнт тертя ковзання	0,1...0,2	0,1...0,2
2	Зведений коефіцієнт тертя (середнє значення)	0,154	0,64

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Список використаних джерел:

1. Малащенко В.А. Самостопорящееся резьбовое соединение "Машиностроитель", М., 1992, № 12,1с.
2. Матвійв Б.Т. Силова взаємодія між витками різі болта та гайки само гальмівного різьбового з'єднання. Вісник Державного університету "Львівська політехніка": "Динаміка, міцність та проектування машин і приладів ". - Львів, 1998. -№354. - С. 32-34.
3. Матвійв Б.Т. Пат. 28591А МПК 6F16В 39/30 Різьбове з'єднання: Пат. 28591А МПК 6F16В 39/30 / (Україна);-№ 97073672; Заявл. 09.07.1997; Опубл. 16.10.2000. Бюл.№5-11, - 3с.

Любомир РОМАНИШИН,

*професор кафедри нафтогазових машин та обладнання
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна*

Олена ДМИТРИЮК,

*викладач спеціальних дисциплін
відокремленого структурного підрозділу "Роменський фаховий коледж
Київського національного економічного університету імені Вадима Гетьмана"
м. Ромни, Україна*

Любомир ГУЛИМЧУК,

*студент четвертого курсу кафедри нафтогазових машин та обладнання
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна*

АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОВИЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОЛТЮБІНГОВИХ ГНУЧКИХ ТРУБ

Одним із сучасних методів підвищення ефективності підземного (поточного і капітального) ремонту, освоєння та експлуатації свердловин, транспортуванні вуглеводневої продукції, буріння нових похило скерованих свердловин, прокладання додаткових бокових стовбурів є застосування колтюрбінгових технологій з використанням неперервної колони гнучких труб (КГТ) [3].

Переваги колтюрбінгових технологій у нафтогазових свердловинах [2]:

скорочення тривалості спуско-підіймальних операцій із свердловинним устаткуванням та здійснення ловильних робіт;

відсутність операцій згвинчування-розгвинчування труб;

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

можливість буріння, виконання операцій із підземного ремонту в горизонтальних та похило-спрямованих свердловинах;

скорочення тривалості і витрат на споруджування і ремонт свердловин у 2 – 5 рази.

Недоліками є:

- обмежений термін служби неперервної труби (КГТ), особливо великих діаметрів (більше 73 мм);

- обмеження за тяговим зусиллям, навантаженням на породоруйнівний та ловильно-ріжучий інструмент і великі гідравлічні втрати тиску по довжині труби.

Для ліквідації аварійних ситуацій у свердловині використовується ловильний інструмент на КГТ, що має конструкцію, подібну до традиційних і включає фрезери, гаки, овершоти, мітчики тощо [1].

При експлуатації свердловин, підземному і капітальному ремонті, прокладанні бокових стовбурів, розбурюванні цементних мостів, фрезерних роботах на вибої неодмінно залишаються металеві уламки, продукти взаємного руйнування. Компанією Шлюмберже на основі аналізу свердловинних операцій з КГТ встановлено, що основною причиною відмов і швидкого зношення елементів свердловинного обладнання є неякісна очистка свердловин від механічних включень.

Для вилучення із глибоких нафтогазових свердловин металевих скрапу успішно використовують пристрої на постійних магнітах. Тому, зважаючи на широке впровадження колтубінгових технологій у нафтогазовидобуванні та їх специфіку актуальною є задача створення спеціальних ловильних пристроїв з використанням постійних магнітів, що пристосовані для роботи з КГТ різних геометричних розмірів та відповідають експлуатаційним вимогам [1]:

діаметр найбільш поширених гнучких труб: 19,5 мм, 38,1 мм, 44,45 мм та 73 мм, довжиною відповідно 3000 м, 6500 м, 3100 м;

максимальна швидкість переміщення гнучкої труби - 0,8 м/с (48 м/хв.);

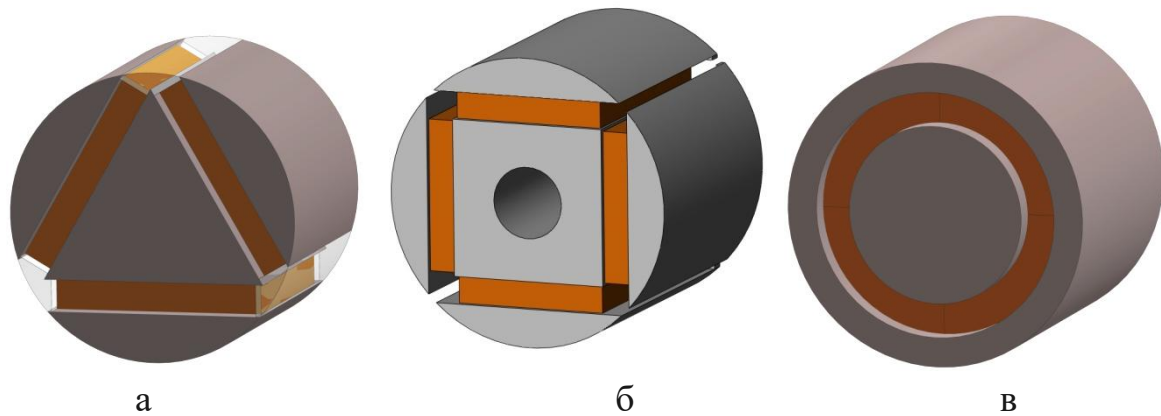
необхідність з'єднувача з ловильною головою.

За потреби обертання уловлювача використовується гідравлічний двигун. Різні умови виконання ловильних робіт визначають відповідну їм компоновку інструментів, що спускаються на КГТ.

Відповідно, уловлювач магнітний, що призначений для роботи з КГТ повинен відповідати діаметру гнучких труб, внутрішньому діаметру насосно-компресорних труб та бути оснащеним з'єднувачем для кріплення до колони труб. Враховуючи довжину ГТ – до 6500м, уловлювач повинен зберігати магнітні властивості при температурі до 200⁰ С. Висока швидкість переміщення у свердловині вимагає стійкості пристроїв до ударних навантажень.

СЕКЦІЯ 3. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Різноманітна область застосування та умови експлуатації обумовлюють широкий діапазон конструктивних форм магнітних систем, які відрізняються геометричними розмірами, матеріалом постійних магнітів та їх розміщенням у системі. Досвід проектування систем на постійних магнітах та їх аналіз дозволив виділити три семи розміщення магнітів у системах діаметром до 100 мм: трикутна, чотирикутна та кругова (рис.1).



а - трикутна; б – чотирикутна; в – кругова.

Рисунок 1 – Магнітні системи з центральними магнітопроводами різних геометричних форм.

Розрахунок магнітного поля з урахуванням конфігурації магнітних систем дозволив встановити, що найбільш раціональне використання енергії магнітного поля спостерігається у системах з круговим магнітопроводом. Такі системи рекомендовані до використання у ловильних пристроях на постійних неодимових магнітах.

Список використаних джерел:

- 1 Поліник М. М., Ясюк В. М., Яремійчук Р. С. Колтюрінг в нафтогазовидобуванні. Львів: Центр Європи, 2014. 336 с.
- 2 Орловський В. М., Білецький В. С., Вітрик В. Г., Сіренко В. І. Технологія видобування нафти. Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, НТУ «ХПІ», ТОВ НТП «Бурова техніка», Львів, Видавництво «Новий Світ – 2000», 2022. – 308 с.
- 3 Мохній І.Ю., Чудик І.І. Науково-практичні основи застосування колони гнучких труб у скерованих свердловинах. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2022. № 3(84). С 18-23.

СЕКЦІЯ 4

УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

Павло СКОТНИЙ

*к.е.н., доцент кафедри математики та економіки
Дрогобицького державного
педагогічного університету ім. Івана Франка,*

Василь ЗІНКЕВИЧ

*канд. с.- г. наук, доцент, завідувач відділення
економічних та природничих наук
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Олеся ГОРОДИСЬКА

*здобувач освіти 2 курсу спеціальності 073 «Менеджмент»
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м. Дрогобич, Україна*

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ: РЕАЛЬНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Інноваційний розвиток є ключовим чинником економічного зростання та підвищення конкурентоспроможності країни в сучасному світі. В умовах глобалізації, цифрової трансформації та технологічних змін Україна стоїть перед викликом модернізації економіки, що потребує ефективного поєднання наукових досягнень, підприємницької ініціативи та державної підтримки. В Україні цей процес відбувається у складних умовах, спричинених війною, руйнуванням інфраструктури, переміщенням населення та постійним зростанням безпекових ризиків. Попри постійні труднощі, спостерігаються зміни тенденцій, зокрема у військовій та цифровій сферах.

Україна бере участь у низці міжнародних рейтингів, які оцінюють її інноваційний потенціал:

- Глобальний інноваційний індекс (Global Innovation Index, GII) - заснований Інститутом розвитку управління (IMD) та Корнельським університетом у співпраці з Всесвітньою організацією інтелектуальної власності (WIPO). Щорічний рейтинг, який оцінює інноваційний потенціал та діяльність країн на основі різних критеріїв, таких як інвестиції в науку і дослідження, якість інфраструктури, рівень технологічного розвитку, наявність висококваліфікованих кадрів, ефективність ринкових і бізнес-структур, а також рівень розвитку стартапів. Індекс складається на основі 80 показників, зокрема таких, як кількість патентів, обсяги інвестицій у дослідження та розробки, рівень освіти та інноваційні стратегії урядів.

У 2024 році Україна посіла 60-те місце, опустившись на 5 позицій порівняно з 2023 роком. За регуляторним середовищем посідає 106-те місце (втративши 31 позицію), 84-те – за бізнес-середовищем (піднявшись на 15

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

позицій), 54-те – за людським капіталом та дослідженнями (втративши 7 позицій), 43-те – за рівнем освіти (зниження на 12 позицій), 69-те – за сферою досліджень і розробок (втративши 1 позицію). Попри це, 56-те – за розвитком інформаційно-комунікаційних технологій (підйом на 3 позиції) та 34-те – за рівнем знань і результатами наукових досліджень (зростання на 11 позицій), 4-те місце серед країн з рівнем доходу "нижче середнього" та демонструє ефективність у співвідношенні інноваційних результатів до вкладених інвестицій.

- Індекс людського розвитку (Human Development Index, HDI) - це комбінований показник розроблений Програмою розвитку ООН (UNDP) у 1990 році як інструмент для вимірювання рівня розвитку країн не лише через економічні показники, а й через соціальні аспекти, що використовується для оцінки рівня людського розвитку в країнах. Він враховує три основні аспекти: довге та здорове життя (очікувана тривалість життя при народженні), доступ до знань (середня тривалість навчання та очікувана тривалість навчання) та гідний рівень життя (валовий національний дохід на душу населення, скоригований за паритетом купівельної спроможності). Він розраховується на шкалі від 0 до 1, де вищі значення свідчать про кращі умови життя та більший розвиток. Індекс людського розвитку України становить 0,734, що класифікує країну як країну з високим рівнем людського розвитку, займаючи 100 місце серед 193 країн і територій. Однак, цей показник знизився до найнижчого рівня з 2004 року, що відображає негативний вплив на рівень людського розвитку, про що зазначено у новому Звіті про людський розвиток Програми розвитку ООН. З 1990 по 2022 рік значення індексу України зросло на 0,4%, з 0,731 до 0,734.

- Індекс глобальної конкурентоспроможності (Global Competitiveness Index, GCI) – оцінює рівень продуктивності та технологічного розвитку країни. У 2024 році відбулося погіршення, Україна посіла 60-у позицію із 133 країн та 34 позицію серед 39 економік Європи. Демонструє покращення у сфері інновацій, але слабкі позиції через низький рівень інфраструктури та інвестиційного клімату.

- Глобальний індекс стартап - екосистем (Global Startup Ecosystem Index, GSEI) – це щорічний рейтинг, який оцінює розвиток стартап - екосистем у 100 країнах і 1000 містах світу, аналізуючи їхню динаміку, тенденції та конкурентоспроможність. Індекс розробляється дослідницьким центром Startup Blink і враховує такі фактори, як кількість і якість стартапів, рівень інновацій, інфраструктура, інвестиції та підтримка з боку держави та бізнесу. У 2024 році Україна зайняла 46-те місце у рейтингу Global Startup Ecosystem Index 2024, піднявшись на три позиції порівняно з 2023 роком. Вона увійшла до десятки найкращих стартап - екосистем Східної Європи, посівши 9-те місце. У рейтингу представлено шість українських міст: Київ (75-те місце), Львів (397-ме), Харків

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

(599-те), Одеса (682-ге), Тернопіль (962-ге) та Дніпро (969-те). Загалом індекс охоплює 1000 міст і 100 країн світу, аналізуючи тенденції стартап - екосистем із 2017 року.

Незважаючи на кризові умови, пандемія та війна дали поштовх для розвитку окремих інноваційних напрямків, особливо у сфері цифровізації, військових технологій та дистанційних послуг. Проте існують значні виклики, які гальмують інноваційний прогрес. Серед основних проблем – недостатнє фінансування наукових досліджень і розробок (R&D), слабка інтеграція науки та бізнесу, складне регуляторне середовище, а також відтік талантів за кордон. Частка витрат на дослідження та розробки у ВВП України залишається нижчою, ніж у розвинених країнах, що обмежує можливості для впровадження новітніх технологій.

Україна демонструє потенціал для інноваційного розвитку навіть в умовах війни. Післявоєнна відбудова відкриє можливості для глибоких інноваційних трансформацій, що можуть стати драйвером економічного зростання та підвищення міжнародної конкурентоспроможності країни.

Список використаних джерел:

1. Global Innovation Index 2024. Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship. WIPO. 2024. URL: <https://www.wipo.int/portal/en/index.html>
2. Global Startup Ecosystem Index 2024. Startup Blink. URL: <https://www.startupblink.com/startup-ecosystem/ukraine?page=1>
3. HUMAN DEVELOPMENT REPORT 2023/2024. Breaking the gridlock. Reimagining cooperation in a polarized world. 2024. 324 p. URL: <https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2023-24reporten.pdf>

Марина БАДУЛА,

*голова циклової комісії загальнотехнічної підготовки, викладач-методист
Полтавського фахового коледжу нафти і газу Національного університету
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
м. Полтава, Україна*

Liubov SHUMSKA

*Candidate of Technical Sciences, Department Manager,
University for Continuing Education Krems, Austria*

НАВЧАННЯ ТЕХНОЛОГІЯМ 3D-ДРУКУ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН: АКТУАЛЬНІСТЬ, ДОСВІД, ПЕРСПЕКТИВИ

Ще кілька десятиліть тому 3D-друк виглядав як щось із майбутнього – складна і дорога технологія, яку могли собі дозволити лише великі компанії або

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

дослідницькі центри. Сьогодні ж ситуація кардинально змінилася: 3D-принтери стали доступними, зручними та активно інтегруються у найрізноманітніші сфери – від медицини до аерокосмічної галузі. Наприклад, у сфері охорони здоров'я за допомогою 3D-друку створюють індивідуальні ортопедичні устілки, слухові апарати, навіть прототипи органів. У будівництві з'являються технології швидкого зведення житла – будинки друкують менше ніж за дві доби. У Японії дослідники вже представили штучне серце, надруковане за допомогою біоінженерного принтера. NASA та компанія ICON випробовують технології будівництва на Місяці з використанням місцевих матеріалів і 3D-друку. Все це демонструє неймовірний потенціал технології, яка змінює правила гри в усьому світі.

Не менш цікаво виглядає і освітній досвід у цій сфері за кордоном. У Массачусетському технологічному інституті (США) 3D-друк є частиною багатьох програм. Студенти працюють у відкритих лабораторіях, обладнаних найсучаснішими принтерами, займаються інженерними задачами, створюють прототипи роботів, деталей і моделей. У Делфтському технологічному університеті (Нідерланди) 3D-друк використовують не тільки в інженерії, а й в екологічному проектуванні, містобудуванні, аграрних технологіях. У Swiss Federal Institute of Technology Zurich (Швейцарія) 3D-друк входить до міждисциплінарних курсів, де він використовується в архітектурі, медицині, промислового дизайну та навіть у культурологічних проєктах. Усі ці приклади доводять: 3D-друк – це не лише інструмент виробництва, а й основа для практикоорієнтованого навчання, креативного мислення й міждисциплінарного підходу.

В Україні також спостерігається посилений інтерес до технологій 3D-друку, зокрема і у системі освіти. У Полтавському фаховому коледжі нафти і газу вивчення технологій 3D-друку активно впроваджується в освітній процес. На базі лабораторії робототехніки працюють сучасні FDM-принтери (Fused Deposition Modeling – моделювання шляхом наплавлення), які застосовуються під час занять, при виконанні курсових і дипломних проєктів, а також у діяльності технічних гуртків. Студенти вивчають не лише теорію – вони самостійно створюють 3D-моделі, готують їх до друку, аналізують конструкції на міцність і функціональність, обирають оптимальні параметри друку. Надруковані об'єкти використовуються як демонстраційний матеріал, у макетуванні, а також як готові компоненти для практичних завдань.

Під час вивчення дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» студенти працюють з програмами AutoCAD, Fusion 360, SolidWorks, де навчаються моделюванню, експортуванню 3D-файлів у формат STL, правильному розміщенню моделей у віртуальному просторі, роботі з

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

підтримками та вибору відповідних матеріалів. Під час опанування курсу «Технічна механіка» аналізуються розрахунки навантажень, міцності, геометричних параметрів деталей, що згодом відтворюються на 3D-принтері. Під час гурткової роботи створюються елементи механізмів, шестерні, корпуси, декоративні частини, що дозволяє поєднати знання з електроніки, програмування та механіки. Весь цей комплекс практичних занять сприяє формуванню у студентів ключових професійних компетентностей.

Інтеграція 3D-друку в освітній процес дає змогу реалізувати вимоги освітніх стандартів фахової передвищої освіти, а саме: здатність застосовувати знання з природничих та технічних наук, володіння сучасними цифровими технологіями, вміння працювати в колективі, здійснювати ефективну комунікацію, дотримуватися норм техніки безпеки та охорони праці. Важливо й те, що робота з 3D-принтерами формує інженерне мислення, стимулює критичне осмислення результатів, розвиває навички аналізу та самостійного прийняття рішень. Це новий підхід до професійної підготовки, орієнтований на практичні результати та реальні потреби ринку праці.

Впровадження технологій 3D-друку у фаховій передвищій освіті України відкриває нові горизонти для професійної підготовки молодих фахівців. Це не просто відповідь на виклики часу, а й практичний шлях до оновлення освітнього середовища, підвищення його прикладної цінності та відповідності реальним потребам ринку праці. Завдяки таким підходам студенти отримують змогу не лише вивчати сучасні технології, а й активно застосовувати їх у навчанні, набуваючи впевненості у власній професійній спроможності.

Список використаних джерел:

1. Принтери в машинобудуванні: переваги використання 3D-друку в промисловості. URL: <https://pro3d.com.ua/a382998-printeri-mashinobuduvanni.html> (дата звернення: 22.04.2025).
2. MIT Center for Bits and Atoms. – Massachusetts Institute of Technology. URL: <https://cba.mit.edu/> (дата звернення: 22.04.2025).
3. Яшан Б., Скрипничук, Н. Застосування технологій 3D-друку в освітньому процесі. Освітні обрії. 2022. № 1. С. 42–46. URL: <https://journals.pnu.edu.ua/index.php/obrii/article/download/7086/7328>

Оксана ШЕМЕЛЯК,

*голова циклової комісії автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій*

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Богдана АНДИБУР,

*викладач циклової комісії автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій*

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Дмитро КОВАЛЬ,

*здобувач освіти I курсу спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-
інтегровані технології та робототехніка»*

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м. Дрогобич, Україна

ЦИФРОВА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ВІЙНИ: КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ, ІНФОРМАЦІЙНА ГІГІЄНА ТА КІБЕРЗАХИСТ

У сучасному цифровому світі, де технології проникають у всі сфери життя, кібергігієна стає критично важливою для захисту як особистих, так і професійних даних. Це сукупність практик і звичок, що допомагають підтримувати безпеку в цифровому просторі: регулярне оновлення програмного забезпечення, використання надійних паролів, уважність під час відкриття листів і посилань, а також дотримання інших заходів, які знижують ризик стати жертвою фішингу, шкідливого програмного забезпечення чи інших кіберзагроз.

Освіта відіграє ключову роль у формуванні цифрової грамотності. Навчальні заклади мають долучатися і вже долучаються до ініціатив із поширення серед студентів та викладачів практичних навичок безпечної поведінки онлайн. Дослідження засвідчують, що впровадження знань щодо інформаційної гігієни та кіберзахисту суттєво підвищує рівень обізнаності та здатність протистояти кіберзагрозам. Підтримка цифрової безпеки здійснюється через реалізацію ініціатив на кшталт Тижнів безпечного Інтернету, діяльність Інституту кібербезпеки та аналітики (ICSA), національного проєкту «Кібер Брама», освітнього серіалу «Персональна кібергігієна» тощо.

Інститут кібербезпеки та аналітики (ICSA) — громадська організація, заснована у Львові у вересні 2024 року. Вона має на меті зробити цифровий простір безпечним для всіх — від школярів до підприємців. Організація проводить безкоштовні лекції, тренінги й майстер-класи, присвячені темам кібергігієни, захисту персональних даних та протидії фішингу. Однією з найбільших ініціатив є КіберМарафон — серія з 40 безкоштовних онлайн-

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

лекцій, що охоплюють теми кібербезпеки, дата-аналітики, OSINT та штучного інтелекту. Цей проєкт підвищує обізнаність громадян про цифрові загрози й навчає ефективним способам захисту. ICSA також тісно співпрацює з освітніми установами, організовуючи спеціальні курси для педагогів, що формують безпечні цифрові навички у здобувачів освіти [1].

У цьому контексті важливим ресурсом для підвищення інформованості щодо цифрової безпеки є освітній серіал «Персональна кібергігієна» від платформи Дія.Освіта [3]. Цей курс, створений з ініціативи Міністерства цифрової трансформації України за підтримки Проєкту USAID «Кібербезпека критично важливої інфраструктури України» та розроблений експертами Києво-Могилянської академії, складається з 8 серій, які охоплюють теми кіберзлочинності, фейків, вірусів та методів захисту від них. Серіал доступний українською та англійською мовами і призначений для студентів та активних громадян. Після перегляду курсу користувачі можуть перевірити свої знання за допомогою симулятора, що допомагає виявити слабкі місця в особистій кібергігієні та отримати практичні поради щодо їх усунення.

Проєкт «Кібер Брама» створено з ініціативи Департаменту кіберполіції України у співпраці з Консультативною місією Європейського Союзу, громадською організацією «МІНЗМІН» і компанією Yedynka. Діяльність проєкту охоплює протидію фейкам і дезінформації, виявлення та блокування шахрайських сайтів, платформ для збуту наркотиків і каналів, які поширюють заборонений контент, а також навчання основам інформаційної гігієни. Окрему увагу проєкт приділяє освітній роботі серед студентів, педагогів і підприємців, формуючи культуру обережного користування цифровими технологіями [2].

В умовах повномасштабної війни проти України інформаційний фронт є не менш важливим, ніж бойові дії. Пропаганда, фейки, вкиди та психологічні операції противника мають на меті підірвати моральний дух суспільства, посіяти паніку, зневіру та недовіру. У такому контексті дотримання принципів інформаційної гігієни стає не лише особистим обов'язком, а й питанням національної безпеки. Користувачі мають довіряти лише перевіреним джерелам: офіційним сторінкам органів влади, військових, державних інституцій. Водночас псевдоакаунти, що маскуються під структури державних органів, можуть бути частиною інформаційної атаки. Категорично заборонено публікувати в соцмережах інформацію про переміщення, позиції чи дії ЗСУ — це безпосередньо загрожує життю українських військових.

Найкращим інструментом захисту від інформаційних загроз є критичне мислення — здатність аналізувати інформацію, перевіряти факти, розуміти контекст і приймати обґрунтовані рішення. Людина з розвиненим критичним мисленням ставить запитання, шукає джерела, аналізує, порівнює, а не просто

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

вірить у побачене. Саме критичне мислення допомагає уникати маніпуляцій, розпізнавати фейки, протидіяти пропаганді та дезінформації.

Цифрова гігієна також передбачає щоденні практичні кроки: блокування пристроїв після завершення роботи, встановлення програм лише з офіційних джерел, уникнення відкритих Wi-Fi-мереж, використання антивірусів, надійних паролів і двофакторної автентифікації. Не варто додавати до контактів незнайомих людей або реагувати на підозрілі повідомлення. Навіть елементарні дії можуть зменшити ризик злому акаунтів і використання цифрової ідентичності для поширення деструктивного контенту.

Отже, основні принципи особистої кібергігієни:

- довіра до офіційних джерел;
- критичне мислення як звичка;
- цифрова гігієна пристроїв;
- захист акаунтів у соцмережах;
- інформаційна відповідальність;
- поширення правди.

Сьогодні кожен користувач інтернету — учасник інформаційного фронту. Акаунт у соцмережах — це не лише простір для особистого спілкування, а й канал впливу на суспільну думку. Поширення правдивої інформації, розвінчування фейків, висловлення підтримки захисникам, створення позитивного контенту — усе це формує інформаційний опір ворогу. Навіть коротке повідомлення вдячності чи спростування дезінформації можуть мати значний вплив. У єдності, свідомості й цифровій обережності — наша сила. Дотримуючись принципів кібергігієни, ми захищаємо не лише себе, а й країну.

Список використаних джерел:

1. Інститут кібербезпеки та аналітики (ICSA). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.youtube.com/@ICSA-teams>
2. Кібербезпека під час війни. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://stopfraud.gov.ua/cybersecurity-in-wartime>
3. Персональна кібергігієна. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://osvita.dii.gov.ua/courses/personal-cyberhygiene>
4. Соловей А.В. Основи кібербезпеки: навчальний посібник. / А.В. Соловей, І.О.Ковальчук — Київ: Видавництво НаУКМА, 2020. — 320 с.
5. Петров С.М. Кібербезпека: загрози, методи захисту, практика. — Львів: Видавництво «Світ», 2019. — 280 с.
6. Ковальчук І.О. Методи захисту інформації в комп'ютерних мережах. / І.О.Ковальчук, В.В.Гнатюк — Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2021. — 250 с.

Світлана ЄВЛАМПІЄВА,

викладач циклової комісії економіки підприємства та менеджменту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»,

Христина ГЕВРИК,

викладач циклової комісії економіки підприємства та менеджменту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м. Дрогобич, Україна

ПІДБІР ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ПОШУКУ ПЕРСОНАЛУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

У сучасних умовах розвитку економіки найважливіше місце в системі управління персоналом займає система підбору персоналу. Недоліки в підготовці та організації проведення підбору персоналу можуть призвести в майбутній діяльності підприємства до появи проблем, пов'язаних із невідповідністю працівників займаним ними посадам. Гострота проблеми підбору персоналу підприємств полягає не лише у забезпеченні певною кількістю фахівців, але й фахівців потрібного рівня кваліфікації. Окрім цього, існує проблема вибору методів підбору персоналу, які в майбутньому будуть забезпечувати ефективність або неефективність діяльності того чи іншого підприємства. Тому тема підбору персоналу є досить актуальною в теперішній час.

Метою даного дослідження є розкриття сутності та значення підбору персоналу в діяльності підприємства, визначення основних методів пошуку кандидатів залежно від категорії працюючих.

Питання про підходи до відбору персоналу на підприємстві в Україні розглядалися у працях: О.Гетьман, В.Євтушенка, С.Клименко, Н.Кубіній, А.Лобзи, І.Лопушинського, С.Царюк, М. Чорної та ін.

На думку В.Мальбе [6,с.56], компанії повинні бути укомплектовані спеціалістами, здатними успішно вирішити широкий спектр питань діяльності підприємства і разом з іншими службами активно впливати на ефективність роботи його.

Більшість вчених розглядають підбір як процес, направлений на визначення особистих та професійних якостей працівника та створення на їх основі резерву кандидатів, з яких відбирається найбільш підходящий працівник на дану посаду. Застосування новітніх підходів до підбору працівників стає ключовим фактором успіху. Тому жодне підприємство, якщо воно дбає про своє майбутнє, не може дозволити собі наймати випадкових людей як з точки зору витраченого часу і зусиль, так і з точки зору фінансових ресурсів [1,с.211-231].

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

Підбором персоналу на практиці займаються рекрутингові агентства. Рекрутингове агентство – це посередник на ринку праці, організація, яка надає послуги роботодавцям в області пошуку й підбору персоналу та претендентам у пошуці роботи та працевлаштуванні. Підбір персоналу на підприємстві здійснюється за допомогою застосування певних методів. Доцільно розглядати методи пошуку і підбору кандидатів залежно від категорії працюючих. Розрізняють спеціалістів вищої, середньої та нижчої ланки на підприємстві, залежно від цього використовуються різні методи пошуку кандидатів. Вища ланка підприємства – золоті комірці. До цієї групи належать топ-менеджери та висококваліфіковані працівники, які володіють надзвичайно важливими для підприємства навичками та компетенціями.

Пошук даних фахівців є складним, оскільки їх кількість обмежена і вони вже мають високооплачувану роботу та не займаються пошуком вакантних місць. Для пошуку фахівців вищої ланки застосовують метод хедхантинг. Хедхантинг (Head hunting) – це один із методів пошуку та підбору персоналу, ключових і рідкісних, як за фахом, так і за рівнем професіоналізму, фахівців [2]. Найчастіше об'єктом уваги хедхантерів стають: керівники підприємств, бухгалтери, юристи, фахівці вузьких профілів. Хедхантинг реалізується у вигляді двох напрямів:

1. Нетворкінг – це вміння налагоджувати взаємовигідні зв'язки між людьми [2]. Нетворкінг застосовується тоді, коли роботодавець знає, залучення яких людей є нераціональним на певне робоче місце і де ці люди працюють, але вважає, що не зможе провести переговори з даними кандидатами, в результаті яких досягне своєї мети. Тому рекрутингове агентство в певній професійній сфері залучає свої зв'язки і через знайомих виходить на потрібного кандидата.

2. Прямий пошук (Direct search) – напрям, під час якого і рекрутингове агентство, і замовник визначають перелік підприємств, де можна знайти потрібного працівника. Надалі на цих підприємствах визначаються посади, які підходять під розроблену модель компетенцій, потім представник рекрутингового агентства робить пропозицію потенційним кандидатам. Вартість пошуку кандидатів за допомогою хедхантингу висока, оскільки послуги рекрутингового агентства здебільшого становлять приблизно 30 – 60 % від річного доходу найнятого працівника. Середня ланка на підприємстві – білі та частково сині комірці. До цієї категорії відносять менеджерів середньої та нижчої ланок, спеціалістів і кваліфікованих працівників [3]. Пошук спеціалістів середньої ланки не такий складний, як у першому випадку, але деякі спеціальності є дефіцитними на ринку праці, тому їх залучення потребує значних зусиль і часу, а також фінансових витрат. Пошук даних спеціалістів, як правило, здійснюється на регіональному та місцевому рівнях. Для пошуку

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

працівників даної ланки застосовується технологія, яка називається рекрутингом.

Рекрутинг – це бізнес-процес, що є одним із основних обов'язків HR-менеджерів або рекрутерів [5,с.23-63]. Рекрутинг проводить підприємство або рекрутингове агентство на основі існуючих баз кандидатів, відгуків на оголошення в ЗМІ або Інтернеті. Рекрутинг належить до найбільш розповсюджених методів підбору кандидатів у практиці менеджера з персоналу. База пошуку кандидатів для рекрутингу набагато ширша порівняно з першою групою. Нижча ланка на підприємстві – частина синіх комірців. Група включає обслуговуючий персонал і персонал, зайнятий на допоміжних роботах. Вакантні посади цієї групи закриваються на місцевому рівні за рахунок малокваліфікованого персоналу, який не є дефіцитним на ринку праці [2]. Метод, який використовується для пошуку персоналу нижчої ланки, називається скринінг, або "поверхневий підбір". Скринінг, як правило, відбувається за такими ознаками: освіта, вік, стать, досвід роботи. Організація самостійно розміщує оголошення в ЗМІ, метро, Інтернеті, надсилає запити до Державної служби зайнятості. Таким чином, під підбором персоналу розуміють процес пошуку та відбору працівників на вакантні посади.

Існують три основних методи підбору персоналу: хедхантинг, рекрутинг та скринінг. У сучасних умовах найбільш ефективним методом підбору є рекрутинг, оскільки з його допомогою можна підібрати висококваліфікованих працівників різних спеціальностей. Аналіз практики реалізації процедури підбору персоналу на вітчизняних підприємствах дозволяє зробити висновок про відсутність єдиного налагодженого механізму управління цією процедурою, що робить доцільним необхідність подальшого більш детального її дослідження.

Список використаних джерел:

1. Філософія управління персоналом : монографія / В. Г. Воронкова [та ін.]. – Запоріжжя : ЗДІА, 2005. – 472 с.
2. Крушельницька О. В. Управління персоналом : навч. посібн. / О. В. Крушельницька, Д. П. Мельничук. – 2-ге вид., перер. і доп. – К. : Кондор, 2005. – 308 с.
3. Ситник Н. І. Управління персоналом : навч. посібн. [Електронний ресурс]
4. Назарова Г. В. Формування та розвиток людського капіталу корпоративних підприємств / Г. В. Назарова, Н. Л. Гавкалова, Н. С. Маркова. – Харків : ХНЕУ, 2006. – 240 с.
5. Криворучко С.В. Рекрутинг персоналу. Від азів до професійності – К.: Гнозис, 2023. – 692 с.

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

6. Мальбе В.В. Професійний підбір кадрів як запорука успішної діяльності підприємства // науковий огляд №4 (36), 2017.

7. Веснін, В. Р. Управління персоналом. Теорія і практика / В. Р. Веснін. - М.: Проспект 2009.

8. Іванова, С. В. Мистецтво підбору персоналу: Як оцінити людину за годину /С. В. Іванова. - М.: Альпіна Бізнес Букс, 2004.

Галина КНИЖАТКО,

викладач циклової комісії економіки підприємства та менеджменту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Марія БОЛОННА,

викладач циклової комісії економіки підприємства та менеджменту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Василь БОЛОННИЙ,

викладач циклової комісії нафтогазової інженерії та технологій

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Соломія ЗУБКО,

здобувач освіти КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

спеціальності 051 «Економіка»

м.Дрогобич, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕМОНТНОПРИДАТНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НАФТОПРОВІДІВ З ДЕФЕКТАМИ: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРАКТИЧНІ РІШЕННЯ

Однією з ключових проблем у галузі нафтогазового транспортування є забезпечення безпеки та економічної ефективності трубопроводів, що експлуатуються з дефектами. З часом, під впливом агресивних середовищ, механічних навантажень і втоми матеріалу, трубопроводи можуть зазнавати різноманітних дефектів, що знижує їх технічну надійність і ремонтнопридатність. Рішення про ремонт трубопроводу або ж відновлення його експлуатації з дефектами, є складним і вимагає застосування математичних моделей і статистичних методів для точного прогнозування розвитку ситуації.

Проведені дослідження [1,2] зосереджуються на технічних аспектах, таких як математичні моделі трубопроводів, оцінка міцності та методи діагностики. Вони акцентують увагу на конкретних інженерних рішеннях, що можуть бути застосовані на практиці для покращення роботи трубопроводів у нафтогазовій галузі.

Прийняті наукові методи [3] розширюють ці підходи, включаючи методи оцінки ризиків та управління цілісністю трубопроводів на стратегічному рівні.

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

Вони акцентують увагу на інтеграції новітніх технологій, таких як моніторинг у реальному часі, для покращення безпеки та ефективності систем трубопроводів.

На сьогоднішній день існує кілька проблем, що залишаються невирішеними в контексті ремонтнопридатності трубопроводів. Дефекти в трубопроводах можуть мати різну природу (корозія, механічні пошкодження, тріщини тощо), і їх швидкість розвитку складно передбачити. Моделі, які враховують змінні умови експлуатації, такі як температурні коливання, агресивність середовища і фізико-механічні властивості матеріалів, часто є недостатньо точними для практичного застосування. Методи оцінки залишкового ресурсу трубопроводів із дефектами не завжди враховують весь спектр можливих дефектів, що можуть виникнути під час експлуатації, і можуть не враховувати певні непередбачувані фактори. Зокрема, наявність кількох дефектів одночасно може суттєво змінювати поведінку трубопроводу, що потребує більш складних моделей для оцінки надійності. Встановлення точного часу для проведення ремонту трубопроводу, з урахуванням дефектів, є складним завданням. Ремонт або заміна компонентів трубопроводу потребує значних ресурсів і може бути економічно доцільним лише тоді, коли дефекти досягають певного критичного рівня. Однак через відсутність чітких прогнозних методів інколи приймаються рішення на основі спостережень, що може призвести до нераціональних витрат.

Для вирішення представлених наукових завдань застосуємо **метод статичної ймовірності** для оцінки економічної ефективності експлуатації нафтопроводу з неповним завантаженням. Цей метод дозволяє оцінити ймовірність того, що трубопровід буде здатен працювати без серйозних пошкоджень протягом певного періоду, враховуючи всі можливі дефекти та фактори, що впливають на його експлуатацію. Він базується на застосуванні математичних моделей прогнозування експлуатації трубопроводу з дефектами при неповному завантаженні, оскільки це впливає на швидкість розвитку дефектів (наприклад, коли трубопровід не працює на повну потужність, це викликає зменшення терміну служби лінійної частини). Паралельно вирішується актуальне питання оцінки витрат на можливі ремонти або заміну частин трубопроводів. Це включає в себе не лише витрати на матеріали, а й на людські ресурси та потенційні витрати на відновлення роботи трубопроводів.

Автоматизація оцінки ремонтнопридатності та економічної ефективності є важливим кроком до забезпечення більш ефективної та безпечної експлуатації нафтопроводів. За допомогою інтеграції систем моніторингу у реальному часі та сучасних аналітичних інструментів, розраховуємо ймовірність розвитку дефектів і, на основі цих даних, робимо висновки про необхідність проведення ремонтних робіт чи відновлення експлуатації трубопроводу.

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

Розглянемо роботу технологічної інфраструктури транспортування рідкого енергоносія з дефектом при неповному завантаженні лінійної частини нафтопроводу довжиною $L = 40$ км, діаметром $D_3 \times t = 426 \times 5$ мм. Матеріал виготовлення трубопроводу – сталь 17Г1С (межа міцності 520 МПа і межа текучості – 360 МПа). Передбачається транспортування нафти з робочим (внутрішнім) тиском $P = 1,5 \div 4,5$ МПа.

У даній науковій роботі авторами розроблено тримірну модель математичних виразів ремонтнопридатності трубопроводу з дефектом і визначення методом статичної ймовірності оцінки економічної ефективності експлуатації нафтопроводу з неповним завантаженням, що є досить складним науковим підходом і дозволяє автоматично оцінювати ремонтнопридатність трубопроводу та економічну ефективність ремонтних робіт на основі прогнозованих даних.

Для цього використовуємо системи підтримки прийняття рішень, що поєднує чисельні моделі з статистичними підходами для забезпечення оптимальних рішень. Дана модель побудована на основі фізичних характеристик і механічних властивостей матеріалу труби, враховуючи різні дефекти (корозія, тріщини, ерозія, вм'ятини).

Моделювання зростання дефектів інженерної комунікації описується рівнянням дифузії або рівнянням теплопровідності для випадку корозії та ерозії. Якщо припустити, що дефекти мають форму тріщин, то при їх зростанні застосовуємо наступний математичний вираз:

$$\frac{\partial D}{\partial t} = \nabla^2 D + f(D), \quad (1)$$

де

D – розмір (глибина) дефекту; t – час експлуатації трубопроводу; $f(D)$ – функція, яка описує швидкість зростання дефекту; $\nabla^2 D$ – оператор Лапласа, що описує зміни дефекту у просторі.

Міцнісний стан матеріалу труби з дефектом характеризується математичною формулою:

$$\sigma = \frac{P}{A} \cdot \left(1 - \frac{D}{D_{max}}\right), \quad (2)$$

де

P – внутрішній тиск у матеріалі труби; A – площа поперечного перерізу трубопроводу; D – розмір дефекту; D_{max} – максимальний розмір дефекту, при якому трубопровід втрачає свою міцність.

Економічна ефективність ремонту трубопроводу розраховується як співвідношення витрат на ремонт і витрат від непрацездатності трубопроводу. Витрати на ремонт можуть бути розраховані як функція часу експлуатації

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

трубопроводу, величини дефектів та вартості матеріалів і робіт. Математично це представляємо таким математичним виразом:

$$C_{рем} = k_1 \cdot t + k_2 \cdot D, \quad (3)$$

де

k_1, k_2 – коефіцієнти, що залежать від типу трубопроводу та розмірів дефектів;
 t – час експлуатації лінійної частини.

Втрати від непрацездатності інфраструктури постачання енергоносія розраховуємо як суму втрат від аварій, простоїв і додаткових витрат, пов'язаних з ремонтом.

$$C_{втрати} = k_3 \cdot t_{простою} + k_4 \cdot P_{втрати} \quad (4)$$

де

$t_{простою}$ – час простою; $P_{втрати}$ – втрати через зниження продуктивності;
 k_3, k_4 – розрахункові коефіцієнти.

Система рівнянь (3), (4) розроблена із застосуванням технологічно-виробничих припущень наукового методу Гауса.

Ефективність експлуатації трубопровідного транспорту також визначається на основі ймовірності того, що трубопровід залишається працездатним до планового ремонту. Даний науковий підхід оцінюємо через залишкову міцність і час експлуатації. Для спрощення розрахунків вводимо наступні припущення: застосовуємо шкалу ефективності від 0 до 1 (де 1 – максимальна ефективність, а 0 – мінімальна ефективність).

$$E_{ef} = 1 - \frac{D_{def}}{50}, \quad (5)$$

де

D_{def} – розмір дефекту у процентах від діаметра труби (від 0 до 50%).

Вартість ремонту залежатиме від розміру дефекту і часу експлуатації. Припустимо, що вартість ремонту буде збільшуватися пропорційно до розміру дефекту і часу експлуатації. Вартість ремонту за даних умов обчислюємо за формулою:

$$C_{рем} = C_0 \cdot \left(1 + \frac{D_{def}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{t}{100}\right), \quad (6)$$

де

C_0 – базова вартість ремонту лінійної частини нафтопроводу (припустимо $C_0 = 1000$ доларів).

Загальна ремонтнопридатність враховує ймовірність дефекту і вартість ремонту і її розраховуємо наступним чином:

$$R_{заг} = E_{ef} \left(1 - \frac{C_{рем}}{C_{макс}}\right), \quad (7)$$

де

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

$C_{\text{макс}}$ — максимальна можлива вартість ремонтних робіт, наприклад 5000 доларів.

Результати розрахунків за представленою методологією за заданих умов перекачування представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. – Розрахункові результати

Розмір дефекту, %	Час експлуатації, роки	Ефективність експлуатації	Вартість ремонту, долари	Загальна ремонтнопридатність
0	5	1,0	1000	1,0
10	10	0,8	1320	0,84
20	15	0,6	1680	0,68
30	20	0,4	2160	0,52
40	25	0,2	2700	0,36

Відповідно до розмірів дефекту, час експлуатації і ефективність експлуатації змінюються. Чим більший дефект, тим коротший час експлуатації конструкції, оскільки залишкова міцність зменшується і конструкція швидше виходить з ладу. Наприклад, при дефекті 0% час експлуатації становить 5 років, а при дефекті 40% — вже 25 років. Однак ефективність експлуатації зменшується з 1,0 до 0,2, що вказує на те, що дефекти знижують не лише час служби, а й загальну ефективність використання ресурсу.

Вартість ремонту зростає із збільшенням дефектів. Якщо при дефекті 0% вартість ремонту становить 1000 доларів, то при дефекті 40% вона досягає 2700 доларів. Це підкреслює важливість раннього виявлення і усунення дефектів, оскільки згодом ремонти стають значно дорожчими.

Загальна ремонтнопридатність зменшується з ростом дефекту. Це значить, що конструкція, яка має великі дефекти, потребує не лише більше часу і коштів на ремонт, але й її ремонтнопридатність значно знижується. Якщо для дефекту 0 % вона становить 1,0, то при дефекті 40 % знижується до 0,36. Це вказує на те, що для великих дефектів ремонт може бути менш ефективним і коштовним, що зменшує економічну доцільність таких робіт.

Список використаних джерел:

1. Шимко В. С. Інженерія трубопроводів та магістральних газопроводів / В. С. Шимко. – Київ: Наукова думка, 2020. – 352 с.
2. Лукашев, І. В., Гусєв, І. М. Моделювання та оцінка надійності трубопроводів / І. В. Лукашев, І. М. Гусєв. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 289 с.

3. Smith, R. E. Economic Aspects of Pipeline Risk Management / R. E. Smith. – New York: McGraw-Hill, 2021. – 350 p.

Роман КОТОВИЧ,
*здобувач освіти спеціальності «Автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»,
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*
Теодор ОЛЕКСИШИН,
*викладач циклової комісії
автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій,
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*
Леся ДОРОЖІВСЬКА,
*викладач циклової комісії
автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м. Дрогобич, Україна*

КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЯ В АВТОМАТИЗАЦІЇ НАФТОГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Нафтогазова промисловість займає провідне місце в енергетичній системі України, формуючи основу національної енергетичної безпеки. У структурі ВВП країни ця галузь є однією з найвагоміших, забезпечуючи постачання паливно-енергетичних ресурсів як для внутрішнього споживання, так і для експорту. Водночас галузь є технологічно складною, а виробничі процеси вимагають точності, надійності й високого рівня безпеки. Враховуючи ці особливості, автоматизація процесів з використанням комп'ютерної техніки стає не лише доцільною, а й необхідною умовою сучасного виробництва.

Історичний контекст автоматизації в нафтогазовій галузі

У XX столітті процеси автоматизації почали впроваджуватись у нафтогазовому секторі переважно для обмежених технологічних ділянок — систем контролю тиску, температури або витрати. Спочатку це були електромеханічні або пневматичні системи, які забезпечували базові функції регулювання. Проте з появою мікропроцесорів та комп'ютерів у 1970–1980-х роках, можливості автоматизації істотно зросли. У 1990-х роках почалося активне впровадження програмованих логічних контролерів (PLC), SCADA-систем та систем дистанційного управління. З цього моменту комп'ютерна техніка стала невід'ємною складовою автоматизованих систем управління в нафтогазовій галузі.

Комп'ютеризація автоматизації

Це впровадження комп'ютерної техніки та цифрових систем у систему управління технологічними процесами (АСУ ТП), що дозволяє:

- Автоматизувати обробку великої кількості даних у реальному часі.
- Здійснювати контроль і керування об'єктами видобутку.
- Проводити моделювання, прогнозування, оптимізацію роботи технологічного обладнання.

Центральним елементом такої комп'ютеризації є інтелектуальні автоматизовані комплекси, до складу яких входять:

- Датчики та сенсори – фіксують критично важливі фізичні параметри: тиск, температуру, рівень, витрати, вібрацію.
- Контролери (PLC, RTU) – забезпечують збирання, аналіз і передавання даних у режимі реального часу.
- Комп'ютери та сервери – керують інформаційними потоками, архівують дані, забезпечують взаємодію підсистем.
- Програмне забезпечення (SCADA, HMI, DCS) – для моніторингу, керування, візуалізації та аналітики.
- Засоби комунікації – реалізуються через дротові, бездротові, GSM і супутникові канали.
- Захисні та резервні системи – гарантують безперервність роботи у випадку аварій або кібератак.

Такі системи не лише автоматизують виробничі процеси, а й створюють умови для інтеграції до глобальних цифрових платформ енергетики.

Комп'ютери в таких системах використовуються для збору великих обсягів даних у режимі реального часу, оперативної обробки інформації, виявлення аномалій, передбачення аварій та оптимізації керування.

Переваги впровадження комп'ютеризованих систем

Серед основних переваг автоматизації з використанням комп'ютерної техніки є:

- зниження виробничих витрат, за рахунок оптимізації енергоспоживання та зменшення втрат ресурсів;
- підвищення безпеки, завдяки оперативному виявленню небезпечних ситуацій;
- покращення якості продукції, через точний контроль параметрів на всіх етапах;
- скорочення людського фактору, що знижує ризик помилок;
- збереження історії процесів, що дає змогу аналізувати ефективність роботи обладнання.

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

Такі системи стають основою цифрової трансформації підприємств, формуючи сучасну індустрію — Industry 4.0.

Приклади використання автоматизованих системи в Україні

В Україні автоматизовані системи на базі комп'ютерної техніки активно впроваджуються на підприємствах, що входять до складу групи «Нафтогаз України». Наприклад:

- АТ «Укргазвидобування» застосовує сучасні SCADA-системи на компресорних станціях і об'єктах транспортування газу. Ці системи дозволяють диспетчерам у режимі реального часу керувати процесами з центрального пульта.
 - АТ «Укртрансгаз» використовує автоматизовані системи обліку газу, побудовані на базі промислових комп'ютерів, які забезпечують точний контроль за передачею газу між підрозділами.
 - АТ «Укрнафта» впроваджує системи диспетчеризації свердловин, які базуються на хмарних технологіях і дозволяють віддалено відстежувати роботу бурового обладнання.
- Ці приклади демонструють, що українські підприємства активно впроваджують комп'ютерні рішення, які не поступаються світовим аналогам за функціональністю.

Виклики та безпека комп'ютеризованих систем

Зі зростанням комп'ютеризації зростають і ризики, на критичну інфраструктуру зокрема:

- кібератаки (впровадження SCADA-вірусів, як Stuxnet);
- відмова зв'язку або серверів;
- людський фактор у налаштуваннях систем.

Тому впровадження комп'ютерних систем повинно супроводжуватися посиленням кіберзахисту: сегментація мереж, використання шифрування, аудит доступу, системи виявлення вторгнень.

Крім того, інтеграція в європейський енергетичний ринок вимагає уніфікації стандартів, цифрового обміну даними в режимі реального часу, автоматизованих звітів для регуляторів та партнерів.

Перспективи розвитку використання комп'ютерної техніки в автоматизації нафтогазової галузі в Україні

Серед перспективних напрямів розвитку можна виділити:

- Розвиток IoT (Інтернету речей) — встановлення інтелектуальних сенсорів, які самостійно обробляють і передають дані.
 - Машинне навчання — застосування алгоритмів штучного інтелекту для прогнозування виходу обладнання з ладу.

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

- Централізоване хмарне управління — перехід до керування об'єктами з будь-якої точки через інтернет.
- Цифрові двійники — створення віртуальних моделей свердловин, які дозволяють відстежувати поведінку об'єктів у змінних умовах.

Ці напрямки формують базу цифрової трансформації нафтогазового комплексу України, яка є ключем до підвищення ефективності, безпеки та конкурентоспроможності в умовах глобального енергетичного переходу.

Варто зазначити, що ці технології вже впроваджуються в провідних енергетичних компаніях світу, і Україна має потенціал для їхнього використання.

Роль освіти у нафтогазовій галузі

Щоб автоматизована нафтогазова галузь ефективно розвивалась, потрібні фахівці нового покоління. Сучасний фахівець-автоматник має володіти:

- базовим програмуванням (C++, Python);
- основами роботи з сенсорами, контролерами, вміти працювати з SCADA-системами;
- розумінням роботи промислових мереж (Modbus, OPC, Ethernet/IP);
- розуміти принципи електроніки;
- знанням стандартів автоматизації (IEC 61131-3).

Такий міждисциплінарний підхід готує молодь до реальної роботи на високотехнологічних об'єктах галузі.

Інтеграція лабораторних стендів, симуляторів і хмарних платформ у навчання є важливою умовою підготовки конкурентоспроможних фахівців.

Висновки

Комп'ютеризація, як процес комплексного впровадження апаратного та програмного забезпечення, стала невід'ємною складовою сучасної автоматизації, що дає змогу цифрувати всі ланки виробництва: від геологічної розвідки до обліку готової продукції.

Комп'ютеризація автоматизації — це не лише модернізація, а й необхідна стратегія розвитку нафтогазової галузі у XXI столітті. Завдяки глибокій інтеграції цифрових технологій підприємства отримують реальну конкурентну перевагу: скорочення витрат, підвищення продуктивності, контроль якості й підвищення промислової безпеки. Попереду — перехід до інтелектуальних цифрових підприємств, де комп'ютери не лише допомагають, а й приймають рішення.

Україна має всі передумови для того, щоб стати повноцінним учасником світової цифрової трансформації енергетики. Для цього необхідно не лише модернізувати обладнання, а й інвестувати в людський капітал — у майбутніх фахівців, що працюватимуть з комп'ютерними системами.

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

Технічна освіта повинна дати здобувачам освіти не лише знання, а й бачення майбутнього, в якому автоматизовані системи забезпечуватимуть не лише економічну ефективність, але й екологічну безпеку, сталий розвиток та енергетичну незалежність країни.

Список використаних джерел:

1. Бондаренко В. І., Костюк О. І. *Автоматизація технологічних процесів у промисловості : навч. посіб.* — Київ : НАУ, 2020. — 248 с.
2. Васильківський І.С. Виконавчі пристрої систем автоматизації: Навчальний посібник / І.С. Васильківський, В.О. Фединець, Я.П. Юсик – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 220с.
3. Зуєв М. М., Бабенко А. В. *Мікропроцесорні системи керування та автоматики підручник.* — Харків : ХНУМГ, 2018. — 304 с.
4. Ковальов С. М. *Системи автоматичного керування в нафтогазовій промисловості.* — Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. — 212 с.
5. Пістун Є.П. Основи автоматики та автоматизації: Навчальний посібник, друге видання, змінене і доповнене / Є.П. Пістун, І.Д. Стасюк – Львів: видавництво Львівської політехніки, 2018. – 336с.
6. Савицький В. Технічні засоби автоматизації: Навчальний посібник / В. Савицький, Р. Федоришин – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 292с.
7. Бойко Б. І., Гончар О. Ю. Основи автоматизації об'єктів газової і нафтової промисловості [Електронний ресурс ПолтНТУ, 2019. – Режим доступу: <https://reposit.nupr.edu.ua/handle/PoltNTU/1157>
8. Ковтун М. М., Бутко М. А. Застосування інформаційних технологій в нафтогазовій промисловості / М. М. Ковтун, М. А. Бутко // Вісник Харківського національного університету радіоелектроніки. – 2020. – № 2(49). – С. 112–117.
9. Нафтогаз України. Цифрова трансформація в Нафтогазі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.naftogaz.com/digital-technology>
10. Романюк Л. І. Вплив сучасних інформаційних технологій на роботу підприємств нафтогазового сектора / Л. І. Романюк // Економіка та управління нафтогазовим комплексом. – 2022. – № 1(29). – С. 45–50. – Режим доступу: <https://www.eung.nung.edu.ua/index.php/ecom/article/view/242>
11. Шаповал А. Ю. Автоматизація технологічного процесу регулювання газофракційної установки: дипломна робота / А. Ю. Шаповал. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 70 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/items/a6ea7aa2-81d2-4783-960d-9830af665120>

Оксана ПРОЦИШИН,

голова циклової комісії економіка підприємства та менеджменту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Леся ГУРАН,

викладач циклової комісії економіка підприємства та менеджменту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Вероніка ЛАЗОРАК,

здобувач освіти групи 23-ОВ-1

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м. Дрогобич, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ У ВОЄННИЙ ПЕРІОД

За умов повномасштабного вторгнення РФ в нашу країну, перед суспільством і вітчизняним бізнесом зокрема постали складні і непередбачувані виклики. Щоб продовжувати працювати і забезпечувати ефективне управління персоналом менеджмент підприємств повинен був шукати шляхи адаптації, розробляти і впроваджувати інноваційні стратегії, технології та інструменти управління задля його збереження та розвитку. Пріоритетними напрямками в управлінні персоналом стали: забезпечення безпеки персоналу, формування стресостійкості, психологічна підтримка та підвищення мотивації, перехід на гнучкі форми і режими організації праці, ефективна комунікація [2; 3; 4; 8; 10; 13].

Проведені дослідження дали змогу виокремити особливості впровадження інноваційних інструментів та технологій управління персоналом, адаптованих до воєнних умов у рамках організаційно-адміністративних, економічних та соціально-психологічних методів.

На нашу думку, у рамках організаційно-адміністративних методів доцільно використовувати:

- інструктажі алгоритму дій у випадку повітряної тривоги, поведінки в укритті, надання першої домедичної допомоги;
- надання можливості працівнику брати вихідні дні, оскільки під час воєнного стану скасовано додаткові вихідні у разі збігу їх з вихідними,
- за умов блекауту запровадити гнучкий графік роботи, як для офісу, так і на виробничих місцях праці з можливістю офісним працівникам виконувати завдання онлайн (гібридний формат роботи). При цьому, обумовити правила: за умови дистанційної роботи (бухгалтер, менеджер), працівник щотижня має перебувати на робочому місці;

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

- відмову від дедлайнів, сфокусуватися на оперативних планах та виконання поточних завдань у рамках вибудованої стратегії реалізації проєктів;
- участь у вебінарах, конференціях, виставках [3];
- навчання нових працівників в колективі та спонукати до самонавчання [5, с.294];
- діджитал-технології для кадрового адміністрування та ведення документообігу [1; 12];
- забезпечення працівників технікою та обладнанням для швидкого приготування і підігріву їжі та гарячих напорів в обідню перерву;
- оцінку персоналу за такими методами залежно від постановки цілі оцінювання [6; 7]:
 - «керування за цілями (Management by Objective (MBO))», який передбачає оцінювання результатів виконання спільно поставлених завдань перед, як перед керівником, так і перед працівниками за певний звітний період,
 - «360 градусів», який передбачає оцінку кожного працівника та керівника усім колективом,
 - управління результативністю (Performance management (PM)), за яким можна провести оцінку компетенцій працівників та кінцевих результатів, наприклад, по завершенню реалізації проєкту.

Такі сучасні методи оцінювання, як метод тестування, самозвіту, описовий, асесмент-центр, ділової гри та інших, для підприємств з невеликою кількістю штатних працівників, на нашу думку, будуть мати меншу ефективність, оскільки будуть більш ресурсозатратні, як по часу, так і по фінансових витратах [11].

У рамках економічних методів ефективними заходами на нашу думку, є:

- відшкодування проїзду для тих, хто знаходиться за містом;
- матеріальна допомога постраждалим від війни працівникам;
- преміювання працівників залежно від рівня перевиконання планових завдань з врахуванням градації працівників і коефіцієнта трудової участі, а також додаткові виплати за добровільну роботу працівників, що підтримують безперервний технологічний процес під час повітряних тривог;
- надання прозорості інформації про систему нарахувань та відрахувань по зарплаті;
- дарування сувенірної продукції з логотипом фірми (футболки, горнятка, шопер-сумки), теплі речі, павербанки, ліхтарики тощо;

У рамках інноваційних соціально-психологічних методів, адаптованих до умов війни, на нашу думку, є заходи з:

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

- проведення корпоративних заходів різного формату (систематичні наради, розробка спільних проєктів, волонтерська робота поза робочими завданнями), спілкування у форматі small talk з метою покращення комунікацій, взаєморозуміння, формування емпатії, згуртування команди, створення позитивної психологічної атмосфери, у т.ч. за потреби запросити психолога для проведення консультацій/сесій та надання психологічної підтримки;

- встановлення систему зворотного зв'язку за допомогою використання таких моделей, як: SLC, за допомогою якої працівник виокремлює основні професійні досягнення, STAR, яка дає змогу працівнику описати свої завдання та спрогнозувати кінцевий результат роботи або CEDAR, за допомогою якої пояснюють працівникові правила поведінки при зворотному зв'язку [9];

- акцентування увагу на похвалу за кожне виконане завдання якісно і в заплановані терміни [3, с.28]. За інформацією дослідження фірм «MakeTheirDay» і «Badgeville», серед 1200 опитаних працівників, 88% респондентів відзначили, що вважають похвалу від своїх менеджерів дуже мотивуючою, 76% респондентів вважали, що основним мотивуючим фактором є похвала від колег і лише 14% респондентів вважали, що найкращою винагородою був подарунок на суму понад 1000 доларів США [15];

- проведення програми поширення історії успіху працівника та його вкладу у розвиток підприємства;

- проведення адекватної адаптації новоприйнятого працівника, слідкуючи за його настроєм в перший робочий тиждень [13];

- впровадження HR піклування [14], якщо працівник тимчасово втратив працездатність через травму чи хворобу, або наприклад потребує допомоги у питанні налаштування робочого процесу в умовах відключення світла;

- участь у волонтерських проєктах;

- врахування особливостей потреб різних поколінь X, Y, Z [10].

З метою виявлення індивідуальних потреб працівників можна застосовувати такі методи соціального впливу, як анкетування, інтерв'ювання, соціометричного методу опитування, спостереження і опитування.

Запропоновані інструменти методів управління персоналом направлені на зниження впливу негативних емоцій та почуттів, тривожності, розгубленості, дезорієнтації внаслідок невизначеності майбутнього як наслідків стресів та емоційного вигорання, збільшення довіри до керівництва, згуртованості, формування командного духу та корпоративної культури, і як наслідок – підвищення продуктивності праці та результативності діяльності підприємства в цілому.

Для автоматизації багатьох управлінських процесів пропонуємо використовувати діджитал-технології, які дадуть можливість оптимізувати

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

роботу з персоналом, зокрема здійснити [6; 7]: пошук, підбір персоналу за допомогою використання штучного інтелекту (рекомендовані інструменти були описані вище); адаптацію персоналу з розробкою і поданням завдань на випробувальний термін, оцінкою результатів, проведення професійної підготовки, навчання, тренінгів, ознайомленням з процедурами та політикою компанії; постановку завдань та їх оцінювання через мікронавчання, професійне навчання, адаптаційне навчання; врахування компетенцій та ключових показників ефективності працівника при розрахунку оплати праці, надбавок та премій; облік персоналу, який облік плинності, шеринг документів, сервіси для персоналу, у т.ч. процедуру звільнення, е-документообіг; встановлення чат-ботів по усім процесам управління залежно від потреб компанії; звітність по ключовим HR-метрикам та іншим запитам.

Отже, практика управління персоналом, яка використовувалась у мирний час, не завжди спрацьовує, тому підприємства повинні пристосовувати свої стратегії управління до нових викликів використанням інноваційних методів. Доцільне використання діджитал-інструментів та технологій збереже компетентності персоналу та спонукатиме до розвитку особистісного потенціалу кожного працівника, підвищить продуктивність праці. Важливим напрямом у пошуку і підборі кадрів буде робота з людьми старшого покоління, яке має великий досвід та знання, тим самим може сприяти покращенню ефективності та результативності роботи компанії. За умов війни крім матеріальних інструментів економічних методів управління, які забезпечують задоволення базових потреб, важливо застосовувати інструменти соціально-психологічних методів, які допоможуть справитися зі стресами, негативними емоціями, тривожністю, і тим самим покращити вмотивованість праці, а також враховувати індивідуальні потреби X, Y і Z поколінь.

Список використаних джерел:

1. Волянська-Савчук Л. В., Кошонько О. В., Горбатюк О. В., Глушко Т. В. Розвиток трендів використання digital-технологій в управлінні персоналом. Збірник наукових праць ЧДТУ. Випуск 68. С. 112–120.
URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4583/1/12.pdf>
2. Данилюк Д. О., Середа Г. В. Методи управління персоналом в умовах війни. Економічні науки. 2023. Том 2. №15. С. 137–144. URL: <https://jvestnik-sss.donnu.edu.ua/article/view/14699>
3. Корсікова Н. М., Петренко Ю. О. Управління мотивацією персоналу в умовах постпандемії та воєнного стану. Економіка харчової промисловості. 2022. Т.14. Випуск 4. С. 26–34.
URL: <https://journals.ontu.edu.ua/index.php/fie/article/download/2426/2606/>
4. Котковський В. Р., Самородов Б. В., Чхеайло А. А. Управління людськими ресурсами в умовах війни: мотивація, шляхи і способи ефективного

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

застосування особистісного потенціалу. Сталий розвиток економіки. 2024. №3(50). С. 228–235.

URL: <https://economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/1024/980>

5. Куделя В. І., Яковенко В. Г. Особливості управління персоналом в умовах воєнного стану. Менеджмент і маркетинг. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2023. № 81–82. С. 290–297.

URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/16907/1/Kudelia.pdf>

6. Кустріч Л. О., Кустріч В. І. Інновації в системі управління персоналом. Економіка та держава. 2022. №4. С. 34–38.

URL: http://www.economy.in.ua/pdf/4_2022/8.pdf

7. Орел Ю. Л., Смаглюк А. А. HR-менеджмент в українському бізнесі: виклики цифровізації. Академічні візії. 2023. Випуск 19.

URL: <https://surl.li/xznkjp>

8. Пшик-Ковальська О. О., Ковальський О. І. Розвиток соціально-психологічних методів управління персоналом в умовах воєнного стану. Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. 2023. №2 (9). С. 104–111. URL: <https://surl.gd/zorсux>

9. Сербенівська А., Лебідь Д. Актуальні проблеми мотивації персоналу на підприємствах з урахуванням особливостей воєнного стану. Економіка та суспільство. 2024. Том 1. Випуск 1. URL: <https://surl.li/hziway>

10. Середа Г. В., Паламарчук К. В. Особливості застосування методів управління персоналом в умовах воєнного стану. Економіка та суспільство. 2023. Випуск 50.

URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2374/2295>

11. Склярук Т., Наконечна В. Особливості використання інноваційних технологій в системі управління персоналом в умовах сьогодення. Scientific journal «MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS». 2024. №4. С. 39–47.

URL: <https://mdes.khmnu.edu.ua/index.php/mdes/article/view/442/436>

12. Тур О. В., Тур О. В., Петренко Д. В. Використання діджитал-технологій в кадровому адмініструванні та в документообігу. Економіка та суспільство. 2024. Випуск 61.

URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3738/3660>

13. Череп О. В., Калюжна Ю. Г., Михайліченко Л. В. Особливості управління персоналом в умовах воєнного стану в Україні. Економіка та суспільство. 2023. Випуск 48. URL: <http://surl.li/vcelhv>

14. Чернікова Н., Вороніна В., Чеботарьов К. Інноваційні підходи в управлінні HR-процесами на вітчизняних підприємствах. Трансформаційна економіка. 2023. № 3 (03), 70–75.

URL: <https://www.transformations.in.ua/index.php/journal/article/view/35/36>

15. Study on Employee Engagement Finds 70% of Workers Don't Need Monetary Rewards to Feel Motivated. CISION. Retrieved October 10, 2022, from.

URL: <https://surl.li/lvxyjg>

Нінель МІНЧАК,

к.е.н., викладач циклової комісії економіки підприємства та менеджменту

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Артем КУПИЧ,

студент групи 24-ОВк-1

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м. Дрогобич, Україна

ТРУДОВИЙ ПРОЦЕС ЯК СКЛADOVA ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Незалежно від досягнутого країною рівня економічного розвитку, основою будь-якого виробництва є трудовий процес, його відповідна організація. Працівник в процесі трудової діяльності, виконуючи трудові дії, в результаті яких змінюється форма, розміри, властивості предметів праці, керує знаряддями виробництва, контролює хід виробництва тощо. Сукупність дій виконавців, яка пов'язана із зміною предметів праці для задоволення потреб людей, складає трудовий процес. Таким чином, під трудовим процесом розуміють сукупність дій працівників, необхідних для доцільної зміни предмета праці. Організація трудових процесів спрямована на забезпечення якісного виконання певних виробничих операцій з мінімальними витратами робочого часу, створення сприятливих і безпечних умов праці працівників, ефективне використання обладнання, організаційного і технологічного оснащення. Сукупність взаємопов'язаних трудових і технологічних процесів, спрямованих на виготовлення продукції, називається виробничим процесом. Будь-який виробничий процес складається з однорідних і закінчених у технологічному сенсі часткових процесів (стадій, фаз), відповідно до яких створюються цехи і дільниці на підприємстві [1]. Отже, виробничий процес включає трудовий і технологічний процеси. Будь-який виробничий процес можна розглядати з двох сторін. З одного боку, це зміни предмета праці (технологічний процес), а з іншого – сукупність дій робітника, необхідних для здійснення цих змін (трудова процес).

Виробничі процеси класифікують за різними ознаками, однак у практиці господарювання найпоширенішим є їх поділ за призначенням: основні – процеси, результатом яких є безпосереднє виробництво основної продукції підприємства; вони визначають його виробничий профіль і, відповідно, спеціалізацію; допоміжні – процеси виготовлення продукції, яка споживається усередині підприємства для забезпечення функціонування його основних процесів (заготівельні, інструментальні та ін.); обслуговуючі – процеси, що забезпечують функціонування основних і допоміжних (ремонтні, транспортні,

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

складські та ін); побічні. За рухом здійснення виробничі процеси класифікують так: 1) дискретні, тобто переривані, що повторюються в часі; 2) безперервні, в яких відсутня технологічна циклічність; 3) циклічні та нециклічні [2]. Трудові процеси є частиною виробничого процесу — сукупності цілеспрямованих технологічних і трудових дій, у результаті яких предмети праці під впливом процесу праці перетворюються на продукти праці. Процес праці включає три елементи: безпосередньо праця, засоби праці і предмети праці. Зміст і структура трудового процесу залежать від виробничого завдання, застосовуваної технології (доцільна зміна форми, розмірів, стану, структури предмета праці), матеріальних і технічних засобів, що використовуються [2]. Таким чином, характер предмета і продукту праці, виконувані функції, а також участь працівників у дії на предмет праці (рівень механізації праці) розкривають сутність трудових процесів. Всі види технологічних, організаційних і управлінських процесів на підприємстві є результатом праці його працівників. Технологічний процес – це доцільна зміна форми, розмірів, стану, структури, місця предметів праці. Технологічні процеси класифікуються за такими основними ознаками: джерелом енергії, ступенем безперервності, способом впливу на предмет праці [3]. Тривалість виробничого процесу залежить як від рівня технологічного процесу, так і від рівня вдосконалення трудового процесу. При цьому основними чинниками, що впливають на тривалість виробничого процесу, а отже, і на величину витрат виробництва і прибутку, є застосування досягнень науково-технічного прогресу і рівень організації праці. Тому аналіз трудового процесу – один з найважливіших шляхів скорочення витрат на виробництво та підвищення продуктивності праці. Диференціація трудових процесів здійснюється відповідно до функціональних обов'язків працівників [3]. Так, до функцій робітників належать випуск продукції в основних і допоміжних цехах, на дільницях, обслуговування обладнання і робочих місць. Функціями керівників, спеціалістів є отримання, обробка і передача інформації, організація виробничих і трудових процесів, науково-інформаційні розробки, прийняття управлінських рішень, спрямованих на ефективну роботу підприємства. Існує різна класифікація трудових процесів, тобто об'єднання їх в однорідні групи за певними ознаками, залежно від мети дослідження. Такими ознаками можуть бути: 1) характер використовуваної сировини у металообробних, деревообробних, хімічних та інших процесах; 2) виконувані функції (основні, обслуговуючі, управлінські); 3) тип виробництва (індивідуальні процеси, дрібносерійні, серійні, великосерійні та масові); 4) характер і зміст процесів (добувні, обробні, теплові, фізико-хімічні, термічні); 5) форма організації трудових процесів (індивідуальні, колективні та предметно-замкнуті); 6) періодичність і

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

тривалість процесів (переривані, безперервні та періодичні) [4]. В той же час трудові процеси незалежно від ознак класифікації базуються на 12 основних принципах: пропорційності, диференціації, комбінуванні, концентрації, спеціалізації, універсалізації, стандартизації, паралельності, прямолінійності, безперервності, ритмічності та автоматичності. У кожному трудовому процесі існує цикл обробки, під яким розуміють час, що повторюється з кожною одиницею продукції або з її обсягом. Всі трудові процеси, оскільки їх виконує безпосередньо робітник, бажано класифікувати за такою ознакою, як участь працівників у впливі на предмет праці [4]. В деяких літературних джерелах цю ознаку ще називають «рівнем механізації праці», проте вона характеризує більшою мірою технологічну частину виробничого процесу, а не характер трудового процесу. Для вдосконалення і скорочення тривалості трудового процесу важливий саме характер участі працівників та рівень його впливу на уречевлену працю.

Основний елемент трудового процесу – це операція. Вона є закінченим циклом діяльності працівника або групи працівників на певному робочому місці, спрямованої на зміну характеристик предметів праці (розмірів, форми, маси, механічних і фізичних властивостей і т. ін.). Тривалість операції залежить від багатьох чинників: предмета праці (сировина, заготівки, напівфабрикати), знарядь праці (обладнання, інструментарій), організації праці і робочого місця, професії та кваліфікації працівника, що виконує операцію [5]. Один і той же трудовий процес але на різних виробництвах можна поділити на неоднакову кількість операцій. Склад операцій у трудовому процесі залежить від рівня застосовуваної техніки, технології, організації праці, типу виробництва, від обсягу випуску продукції та її трудомісткості [6]. При аналізі операції її розглядають з двох боків – технологічного та трудового. Такий аналіз дає змогу встановити, які у технологічному сенсі видозміни відбуваються з предметом праці і які при цьому дії виконує працівник. Одним з основних напрямів організації праці на підприємствах є раціоналізація трудових процесів, пов'язаних з виконанням певних операцій, тобто впровадження прогресивних методів і прийомів праці. І важливо чітко розуміти і розділяти суть цих понять.

Список використаних джерел:

1. Грішнова О.А. Економіка праці та соціально-трудові відносини : підручник. – К. : Знання, 2014. – 535 с.
2. Данюк В.М., Райковська Г.О. Нормування праці. Збірник завдань і вправ: Навч. посіб. / За заг. ред. В.М. Данюка. – К.: КНЕУ, 2016. – 268 с.
3. Економіка праці та соціально-трудові відносини : навч. посіб. / О. В. Безпалько та ін.; за заг. ред. О. В. Безпалько. К. : Кафедра, 2020. 310 с.

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

4. Економіка праці і соціально-трудова відносини [Текст] : навч. посіб. / Никифорак В.А., Водянка Л.Д., Кобеля З.І., Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2018. – 332 с.

5. Економіка праці : навчальний посібник [електронний ресурс] / за заг. ред. Г. В. Назарової. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 330 с/

6. Економіка праці і соціально-трудова відносини: методичний посібник для проведення семінарських та практичних занять / Укл.: З.І. Кобеля, С.І. Тодорюк, Л.Д. Водянка, Н.В. Філіпчук. Чернівці: Рута, 2019. – 80 с.

Сергій БОЙЧЕНКО,

*завідувач кафедри автоматизації
електротехнічних та мехатронних комплексів, д.т.н., професор*

Леонід ЛІСТОВЩИК,

*доцент кафедри автоматизації
електротехнічних та мехатронних комплексів, к.т.н., доцент*

Валентина ПОЛІЩУК,

*ст. викладач кафедри автоматизації
електротехнічних та мехатронних комплексів*

Стефан ЗАЙЧЕНКО,

*професор кафедри автоматизації
електротехнічних та мехатронних комплексів, д.т.н., професор*

Ірина ШКІЛЬНЮК,

*завідувач науково-дослідної та інтерактивної
лабораторії діагностування експлуатаційних матеріалів
в енергетиці та транспорті, к.т.н.*

Анна ЯКОВЛЄВА,

*доцент кафедри автоматизації
електротехнічних та мехатронних комплексів, к.т.н., доцент*

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

м. Київ, Україна

РОЛЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ ЗА МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЮ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ "ЕНЕРГООЩАДНЕ ОБЛАДНАННЯ БІОПАЛИВНИХ ТА ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ"

Забезпечення виробництв енергоносіями є актуальним завданням для сучасної економіки будь-якої держави. В умовах військових дій на території України через руйнування енергетичних хабів зменшення генерації електричної енергії через окупацію Запорізької АЕС, енергозабезпеченість споживачів набуває першочергового значення. Також розвиток виробництва

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

альтернативних енергоносіїв, у тому числі біопалив і водню має значення як для сучасного виробництва так і для майбутніх споживачів енергії.

На сьогодні значна кількість провідних держав вже розробили свої стратегії та плани розвитку використання водневих і біоенергетичних технологій поруч із традиційними нафтогазовими. Україна прагне долучитися до групи цих країн і зацікавлена у розвитку національного водневого та біоенергетичного ринку, воднево-транспортної інфраструктури, а також інфраструктури та технологій використання біогазу. Завдяки потенціалу та наявній розгалуженій газотранспортній системі Україну визнано одним з основних потенційних регіонів постачання відновлюваного водню й біогазу, що відкриває для енергобезпеки України нові можливості [1]. Це сприятиме перспективі створення в нашій державі водневого та біогазового хабів, що забезпечать безперерйну доступність власних джерел енергії.

Директиви Європи “Енергетична системна інтеграція. Водень” та “Зелений водень для Європейської зеленої угоди: Ініціатива 2х40 ГВт” [2] визначають Україну як стратегічного партнера по генерації і транспортуванню зеленого водню. З розвитком генерації водню інтенсивно розвиватиметься воднева інфраструктура повного циклу – виробництво, транспортування, зберігання, використання, що значно посилить енергетичну незалежність держави [3, 4].

Тому необхідність забезпечення підприємств водневої інфраструктури високоякісними спеціалістами є актуальним завданням. Розроблена ОПП «Енергоощадне обладнання біопаливних та водневих технологій» має на меті підготувати таких спеціалістів.

Метою міждисциплінарної освітньо-професійної програми "Енергоощадне обладнання біопаливних та водневих технологій", що започатковується у навчально-науковому інституті енергозбереження та енергоменеджменту на кафедрі автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів є підготовка висококваліфікованих фахівців, які здатні вирішувати базові науково-технічні завдання біопаливних та водневих процесів та енергоощадного обладнання в умовах сталого інноваційного науково-технічного розвитку суспільства. Формування адаптивності здобувачів в умовах інтенсивної трансформації ринку праці через взаємодію зі стейкхолдерами та роботодавцями. Створення умов для всебічного професійного, інтелектуального, соціального та творчого розвитку особистості на найвищих рівнях досконалості в освітньо-науковому середовищі відповідно до стратегії розвитку Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів забезпечує можливість набуття необхідних професійних компетентностей, вивчення сучасних методів і засобів, що застосовуються для аналізу, проектування, налагоджування та модернізації технологій отримання, переробки, зберігання й розподілу вуглеводневих енергоносіїв, біогазу та водню. Це дозволить здобувачу отримати відповідну підготовку, набутти знання та уміння для вирішення новітніх технічних завдань, що виникають у сфері використання енергоносіїв різних типів, експлуатації інфраструктурних об'єктів та технологічного обладнання, паливно-заправних комплексів, систем транспортування та зберігання тощо.

Освітня програма забезпечує процес підготовки кваліфікованих кадрів для забезпечення економіки країни високоенергетичними продуктами з ефективним отриманням, переробленням, використанням раціональним транспортуванням, зберіганням, заправленням, контроль якості готових продуктів, моніторинг та діагностування систем і обладнання, застосування сучасних схем технологічного виробництва, забезпечення питань організації та планування виробництва.

Міждисциплінарна освітньо-професійна програма наповнена унікальним контентом та авторськими курсами, що характеризуються практичністю та актуальністю інформації і дозволяє отримати знання та навички, розширити коло кар'єрних можливостей в сфері автоматизації процесів, методів економії під час транспортування та зберігання нафтопродуктів, водню та біогазу, методів інтенсифікації видобутку вуглеводнів та технологій отримання, транспортування та використання водню та біогазу. У 2023 році в рамках сертифікатної ОПП на кафедрі автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів відбулося відкриття лабораторії "Інноваційні технології в енергетиці та транспорті" де першим навчально-науковим стендом було впроваджено механотронний стенд на базі гібридного автомобіля на паливних елементах "Тойота Мірай", що презентували університету партнери з Енергетичної асоціації "Українська воднева рада". Лабораторія розвивається та активно використовується студентами для проведення досліджень у сфері виробництва, зберігання і безпосереднього використання водню, інших альтернативних енергоносіїв для розвитку технологій енергетичної галузі та транспорту.

Відкриття освітньої програми пропонує альтернативу у сфері інжинірингу вуглеводневих систем і технологій для отримання та використання нових видів енергоносіїв, інжинірингової діяльності у сфері виробництва та використання біопалив і водню, використання сучасних енергозберігаючих технологій та

СЕКЦІЯ 4. УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ ТА ЕКОНОМІКА

можливості застосування альтернативних енергоносіїв для задоволення виробничих і побутових потреб.

Список використаних джерел:

1. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року. Розпорядження КМУ від 21 квітня 2023, №373-р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80/conv#n2> (дата звернення 30.04.2025).

2. Я. М. Криль, С. О. Паюк, О. О. Рєпкін, С. О. Кузьменко, В. О. Паламарчук, К. І. Свіденко. Стан та перспективи використання відновлювального водню в Україні: вплив на промисловість та шляхи декарбонізації економіки / Мінеральні ресурси України, 2023. № 2 с. 12–16 ISSN 1682-721X

3. Стратегія майбутнього: Україна - це енергетичний хаб, який допоможе Європі позбутися залежності від росії. Міністерство енергетики України, опубліковано 21 червня 2023. <https://surl.li/zpagrn> (дата звернення 30.04.2025).

4. Про затвердження Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання. Розпорядження КМУ від 13 серпня 2024, №761-р.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text> (дата звернення 30.04.2025).

СЕКЦІЯ 5

ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Іван БАДУЛА,
*директор Полтавського фахового коледжу нафти і газу
Національного університету «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

Liubov SHUMSKA,
*Candidate of Technical Sciences, Department Manager,
University for Continuing Education Krems, Austria*

МІКРОКВАЛІФІКАЦІЇ ЯК СУЧАСНИЙ ТРЕНД СВІТОВОЇ ОСВІТИ: ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ У ФАХОВИХ КОЛЕДЖАХ УКРАЇНИ

У сучасному світовому освітньому ландшафті мікрокваліфікації (microcredentials) стають одним із ключових елементів трансформації освіти. Зростання їхнього значення зумовлене потребою у більш гнучких, доступних та швидких механізмах здобуття кваліфікацій, які відповідають викликам ринку праці, що динамічно змінюється. Особливо це актуально для галузей з високою технологічною мінливістю, наприклад, таких як нафтогазова промисловість, машинобудування, електротехніка, автоматизація.

У Європейському Союзі мікрокваліфікації були офіційно визнані в 2022 році документом «Рекомендація Ради ЄС щодо європейського підходу до мікрокваліфікацій». Відповідно до нього, мікрокваліфікація – це документовані результати навчання, які особа здобула після короткотривалого освітнього досвіду, оціненого за чітко визначеними критеріями. У цьому підході закладено такі принципи, як гнучкість, модульність, можливість накопичення результатів навчання та їх подальшого використання у формальній освіті або професійному зростанні.

Згідно з дослідженням Cedefop (2023), понад 70% європейських країн уже впровадили або планують впровадити мікрокваліфікації у свої освітні системи. Наприклад, у Фінляндії мікрокваліфікації інтегровані в національну рамку кваліфікацій, що дозволяє визнавати їх на рівні формальної освіти. У Франції мікрокваліфікації активно використовуються для підвищення кваліфікації працівників у сфері цифрових технологій.

У США та Канаді мікрокваліфікації стали популярними серед роботодавців і працівників. Згідно з опитуванням Coursera (2022), 95% керівників університетів у США вважають, що галузеві мікрокваліфікації стануть важливим елементом майбутньої освіти.

Європейська модель впровадження мікрокваліфікацій базується на таких елементах, як: опис результатів навчання у форматі ЄКТС; наявність забезпечення якості; можливість перевірки та перенесення між секторами

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

освіти; інтеграція у національні рамки кваліфікацій. Особливий акцент у країнах ЄС робиться на технічну і професійну освіту як на середовище, у якому мікрокваліфікації можуть мати найвищу практичну цінність — сприяти швидкому здобуттю актуальних навичок і підвищенню шансів на працевлаштування.

Наприклад, в Австрії в рамках проєктів microcredentials.at, MicroQuest та IQ-DigitS особлива увага приділяється професійному розвитку фахівців технічного спрямування, включаючи техніків, операторів машин, спеціалістів з автоматизації. Курси, які охоплюють цифрову трансформацію виробництва, впроваджуються як частина неформальної освіти, але сертифікуються за стандартами ISO, що дозволяє використовувати їх у подальшому навчанні або працевлаштуванні. Особливість цих курсів — тісна співпраця з підприємствами, а також акредитація на рівні регіональних чи національних органів.

В Україні на нормативному рівні ця модель лише починає формуватися. У 2024 році Національне агентство кваліфікацій за підтримки експертного середовища презентувало «Рекомендації щодо впровадження мікрокваліфікацій». У документі, зокрема, зазначено, що мікрокваліфікації можуть стати інструментом гнучкого реагування на виклики часу, забезпечити безперервне навчання, підтримку мобільності та конкурентоспроможності фахівців. Важливо, що у документі наголошується на потенціалі застосування мікрокваліфікацій не лише у вищій, а й у фаховій передвищій освіті.

Особливу роль у цьому процесі можуть відіграти саме фахові коледжі технічного профілю. На відміну від університетів, які часто орієнтовані на академічну підготовку, коледжі мають значно тісніший зв'язок із виробництвом, коротші навчальні цикли, а також гнучкішу структуру організації освітнього процесу. Це робить їх природним середовищем для впровадження мікрокваліфікацій, особливо в регіонах з потужною промисловою або енергетичною інфраструктурою.

У контексті нафтогазової галузі варто розглядати можливість створення пілотних проєктів саме на базі таких коледжів. Наприклад, Полтавський фаховий коледж нафти і газу має усі передумови для запуску мікрокваліфікацій — від зв'язків із підприємствами до багаторічного досвіду проведення короткотермінових курсів для підготовки за робітничими професіями. Ці мікрокваліфікації можуть охоплювати різні теми, наприклад, технічного обслуговування бурового обладнання, охорони праці, цифрового моніторингу свердловин, обслуговування гідравлічних систем тощо.

Такі курси можуть реалізовуватись у форматі змішаного або онлайн-навчання, із залученням експертів-практиків та з елементами дуальної освіти.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Після завершення – передбачається оцінювання компетентностей і надання сертифікату, що визнається в галузі. У перспективі – внесення таких мікрокваліфікацій до національного Єдиного реєстру кваліфікацій, як це вже зроблено у країнах ЄС. Важливим кроком буде також розробка типових мікромодулів та інструментів їх незалежного оцінювання.

Мікрокваліфікації у фаховій передвищій освіті повинні відповідати таким принципам: взаємозв'язок із рамкою кваліфікацій; забезпечення якості; орієнтація на потреби ринку праці; відкритість до неформального та інформального навчання; можливість накопичення і комбінування модулів; прозорість і надійність оцінювання. З боку держави важливо забезпечити нормативну базу, фінансування пілотів, визнання таких результатів у формальній освіті та сприяння академічній мобільності.

Фахові коледжі мають реальний шанс стати активними учасниками розбудови нової освітньої парадигми. Передумовою цього є розвиток партнерства між закладами освіти, роботодавцями, регіональними органами управління освітою та інституціями, що відповідають за сертифікацію. Важливо передбачити створення цифрових платформ для реалізації програм мікрокваліфікацій, забезпечення кваліфікованого тьюторського супроводу та аналітики даних про результати навчання.

Мікрокваліфікації в технічній освіті – це не альтернатива традиційним дипломам, а інструмент їх посилення, що дозволяє гнучко реагувати на виклики часу. Особливо у повоєнний період це може стати одним з ключових факторів для відновлення людського капіталу таких галузей як енергетика, промисловість, транспорт. Саме фахові коледжі можуть стати тими агентами змін, які допоможуть реалізувати цю трансформацію швидко і якісно.

Список використаних джерел:

1. Micro-Credentials und andere Formen der Anerkennung für Online-Angebote der Erwachsenenbildung. Graz: CONEDU, 2023.
2. Рекомендації щодо впровадження мікрокваліфікацій в Україні / уклад. Т. Семигіна, Ю. Рашкевич, Г. Резнік, Н. Степанкова. Київ: Нац. агентство кваліфікацій, 2024.
3. Council Recommendation on a European approach to micro-credentials for lifelong learning and employability. – Brussels: European Commission, 2022
4. Microcredentials in Europe: key features and current developments. Thessaloniki: CEDEFOP, 2023
5. Technische Universität Graz. microcredentials.at URL: <https://www.microcredentials.at> (дата звернення 18.04.2025)
6. Auxilium. IQ-DigitS URL: <https://www.auxilium.co.at/projekte/iq-digits> (дата звернення 18.04.2025)

7. MicroQuest. Проєкт MicroQuest URL: <https://www.microquest.at/> (дата звернення 18.04.2025)

Марія ШИМКО,
заступник директора з навчальної роботи
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м.Дрогобич, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Фахова передвища освіта переживає постійні зміни та випробування під час свого формування та реформування. Спочатку випали випробування світової пандемії COVID-19, вплив пандемії на учасників освітнього процесу був добре вивчений в Україні, як і особливості підготовки фахових молодших бакалаврів під час карантинних заходів. Проблематику розбудови внутрішніх систем забезпечення якості у ЗВО та ФПВО України представлено у багатьох працях. Сьогодні предметом досліджень багатьох іноземних учених є освіта в умовах війни, організація освітнього процесу в умовах війни.

Рекомендації та механізми забезпечення оптимальних умов організації освітнього процесу регулюються такими законодавчими документами: Закон України «Про освіту», 2017; Закон України «Про фахову передвищу освіту», 2019; Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року Президент України, 2019.

Формування фахової передвищої освіти (ФПВО) відбувається за екстремальних умов, перший набір фахового молодшого бакалавра відбувся у 2020 році, з 1 вересня вони пішли на навчання в умовах поширення світової пандемії COVID-19, а з 24 лютого 2022 року Україна зіштовхнулася з війною проти росії, яка віроломно напала. Освіта не була готова до таких подій, тому було ухвалено рішення щодо припинення освітнього процесу в усіх закладах освіти та оголошення канікул на два тижні, далі Міністерство освіти України надало рекомендації, враховуючи які заклади освіти самі мали визначитися з відновленням процесу навчання в дистанційній формі, щоб уберегти здобувачів освіти та персонал від ризиків, які пов'язані з війною. Навчальний процес у більшості закладів ФПВО розпочався 14 березня (понеділок) у дистанційному форматі, адже через світову пандемію COVID-19 заклади освіти вже мали досвід навчання онлайн, але постала проблема зі знаходженням мотивації та зв'язку як із викладачами, та і зі студентами, особливо на тих територіях, де велися активні бойові дії. Як результат – деякі заклади не вийшли на навчання в березні, а вийшли на початку квітня, організувавши дистанційну роботу. Також було ухвалено рішення переносити заклади на більш безпечну територію

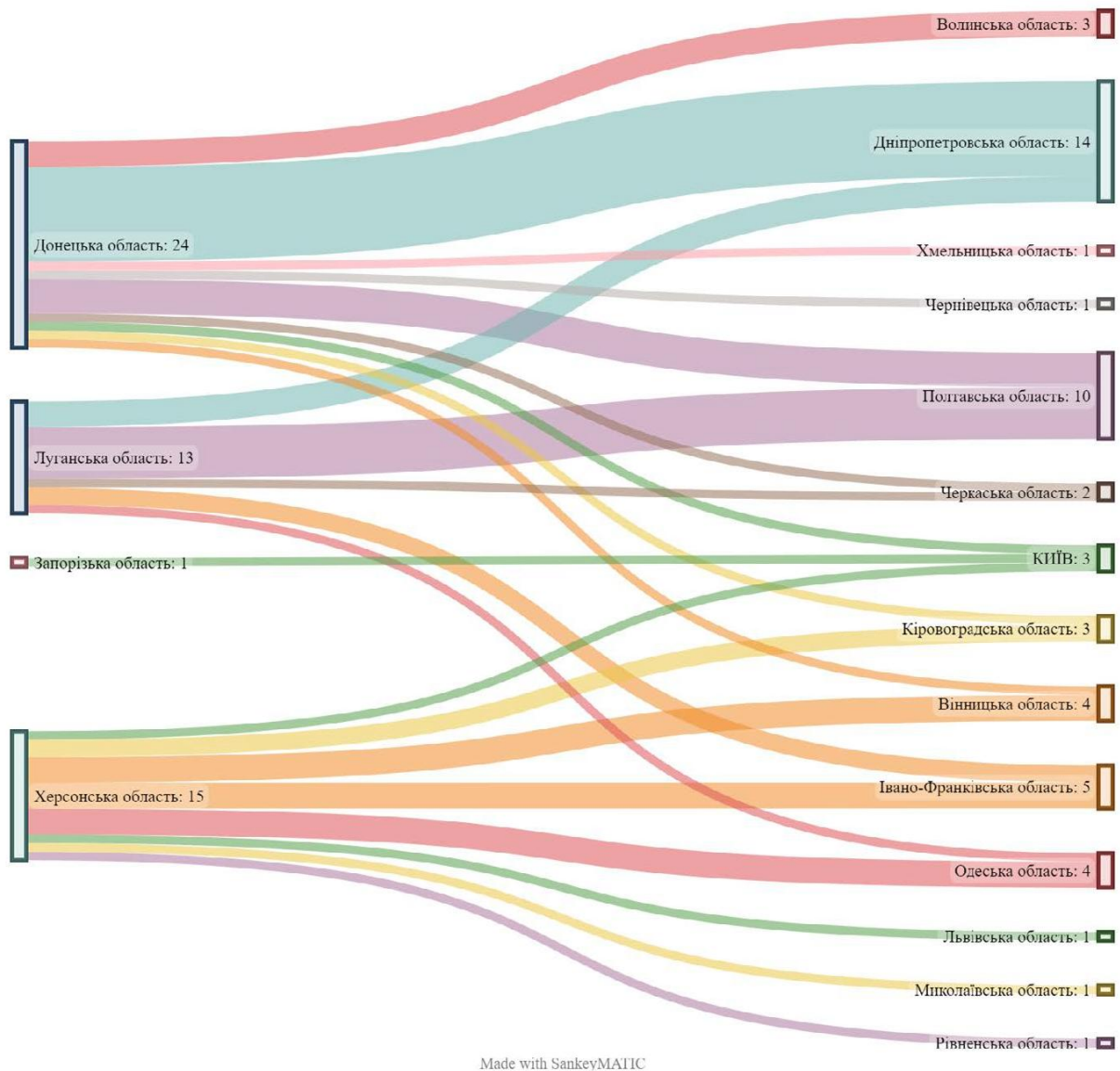


Рис. 1. Кількість переміщених закладів ФПВО через російську агресію (дані з ЄДЕБО та відкритих джерел)

України. Так через військові дії росії в цілому було переміщено 53 заклади; в основному це – Донецька, Луганська, Херсонська та Запорізька області.

На рис. 1. наведено, куди були перенесені заклади. Отже, більшість закладів ФПВО були перенесені в Дніпропетровську та Полтавську області, а решта рівномірно розмістилася по всій території України, вибір місця залежав від приміщень та бази розміщень закладів, адже більшість закладів виїжджали зі студентами та викладачами, тому насамперед дбали про розміщення людей, а далі починати формувати освітній процес. На превеликий жаль наразі немає єдиної статистики по Україні щодо студентів та викладачів, які загинули або залишилися в окупації, чи були вивезені за межі України в росію.

Перед заступниками з навчальної роботи, дирекцією та педагогічним колективом кожного початку навчального року в часі війни, стоїть не проста

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

задача – запуск навчального процесу. Насамперед потрібно визначитися з форматом навчання не весь навчальний рік, ми розуміємо, що змішаний формат є найкращим на даний період. Тому педагогічний колектив приймає рішенням педагогічної ради проводити навчання в змішаному форматі.

Основне завдання для керівництва закладів ФПО – це гарантування безпеки та захисту здобувачів, викладачів, персоналу в умовах надзвичайних ситуацій та військових дій та налагодження ефективного безперервного освітнього процесу.

Для продовження навчального процесу в умовах війни немає єдиної правильної рекомендації, потрібно використовувати комплекс дій та шляхів, які керівництво може розглядати відповідно до кожної конкретної ситуації та переглядати форми проведення навчальних занять майже чи не щодня. Заклад ФПВО не може передбачити усіх викликів, з якими вимушені зіткнутися освітяни в умовах війни. Для ефективної роботи закладу потрібно бути готовими постійно, розробити навчальні плани та графіки навчання, взявши до уваги всі аспекти піклування про життя та здоров'я людей. Частина заходів безпеки має бути підготовлена заздалегідь, як от план дій у надзвичайних ситуаціях або план з безпеки закладу ФПВО.

Вплив війни на навчальні заклади та можливості навчання є глибоким і має довготривалі наслідки для окремих осіб і суспільств. Вирішення проблем, з якими стикаються здобувачі освіти та освітяни на територіях, що постраждали від конфлікту, є складним завданням, що вимагає багатогранного підходу. Уряду, організаціям і громадам необхідно приділяти пріоритетну увагу освіті на територіях, що постраждали від конфлікту, та інвестувати у відновлення і зміцнення системи освіти. Забезпечуючи якісну освіту для всіх, ми можемо дати людям можливість подолати виклики війни та побудувати більш мирне і процвітаюче майбутнє.

Список використаних джерел:

1. Будзяк В. М., Будзяк В. М. Сучасна вища освіта в умовах війни. Освітній процес в умовах воєнного стану в Україні : матеріали всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації. 2022. № 3. С. 45–49.
2. Квітко Н. М., Хренова В. В., Захаріна, М. І. Інклюзивне навчання та зменшення кваліфікаційного розриву в умовах війни. Академічні візії. 2024. № 27. С. 1–13.
3. Локшина О., Глушко О., Джурило А., Кравченко С., Максименко О., Нікольська Н., Шпарик, О. Організація освіти в умовах війни: рекомендації міжнародних організацій. Український педагогічний журнал. 2022. № 2. С. 5–18.

4. Політика та механізми реалізації соціальної відповідальності університетів України в умовах війни та під час повоєнного відновлення : монографія / О. Оржель, М. Бойченко, О. Петроє, О. Литовченко, К. Трима, Н. Шофолова, Л. Червона, О. Бульвінська ; за ред. С. Калашнікової, О. Оржель. Київ : Інститут вищої освіти НАПН України, 2023. 128 с.

5. Раїса Ю., Богута В., Нагорняк, С. Ефективність дистанційної освіти в умовах війни. Перспективи та інновації науки. 2022. № 8(13). С. 338–345.

Віра БУГІР,

*голова циклової комісії хімічних технологій та інженерії
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Марія БАБИЧ,

*здобувач освіти спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м.Дрогобич, Україна*

АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНО ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИЧНОЇ ТА КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ

Об'єктивні реалії розвитку нашого суспільства, стрімкий рух України до світової спільноти вимагають підготовки фахівців з новим типом мислення, сучасними уявленнями про ділові стосунки, вміння проявити психологічну стійкість в умовах жорсткої конкуренції.

Досвід багатьох викладачів показує, що здобувач освіти із інтересом відвідує першу лекцію нової дисципліни, очікуючи багато нового, цікавого та необхідного для професійної діяльності. Однак через якийсь час інтерес до навчання пропадає, падає відвідуваність. Одноманітні лекції, заняття, побудовані за однією схемою, не стимулюють пізнавальну діяльність молоді.

Якщо перед учителями школи важлива проблема полягає в тому, щоб пробудити зацікавленість до предмета, не злякати учнів його складністю, особливо на початковому етапі вивчення, то перед викладацьким складом закладів фахової передвищої освіти стоїть завдання перетворити здобувача освіти з об'єкта навчального впливу на активного суб'єкта навчального процесу. Активне навчання ґрунтується на принципах безпосередньої участі здобувача освіти в пошуку шляхів і способів вирішення проблем під час вивчення конкретних дисциплін.

Активізація пізнавальної діяльності вимагає застосування різних методів, принципів, засобів, форм навчання, які спонукають особу до виявлення активності. Питання активізації навчання здобувача освіти належить до числа найактуальніших проблем сучасної педагогічної науки і практики.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Фізична та колоїдна хімія – одна із фундаментальних дисциплін яка розпочинає хімічну підготовку майбутнього фахового молодшого бакалавра з хімічних технологій та інженерії. Знання теоретичних основ фізичної та колоїдної хімії необхідні для більш глибокого вивчення професійно-орієнтованих дисциплін. Сьогодні складно не погодитися з тим, що здобувачі освіти, які приходять навчатися в заклади фахової передвищої освіти не завжди проявляють інтерес до хімічних дисциплін. Магічне слово «хімія», у якому сховано так багато таємного, чарівного, надприродного, що бентежить розум має зовсім інший зміст для них – «хімія важка», «хімія не зрозуміла». Тому перед викладачами постає задача пошуку ефективних технологій, методів, прийомів і засобів активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів освіти при вивченні цієї дисципліни.

Фізична і колоїдна хімія є достатньо інтегрованою дисципліною з чітким професійним спрямуванням. Для активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти на заняттях фізичної та колоїдної хімії доцільним є використання проблемного навчання.

У теорії М.І. Махмутова проблемне навчання – це «тип розвивального навчання, в якому поєднуються систематична самостійна пошукова діяльність студентів із засвоєнням готових здобутків науки, а система методів побудована з урахуванням визначення мети й принципу проблемності; процес взаємодії викладання й учіння, орієнтований на формування пізнавальної самостійності студентів, стійкості мотивів навчання і розумових (включаючи і творчі) здібностей у ході засвоєння ними наукових понять і способів діяльності, детермінованого системою проблемних ситуацій» [3].

Отже, проблемне навчання – це створення ланцюга проблемних ситуацій і керування діяльністю здобувачів освіти із самостійного вирішення навчальних проблем

Більш доцільно використовувати проблемні запитання або завдання з професійним спрямуванням які будуть посилювати інтерес до майбутньої професії. Наприклад, при вивченні теми «Каталіз» перед здобувачами освіти можна поставити проблемне завдання « Етилбензен отримують шляхом алкілювання бензену етиленом в присутності каталізатора. Особливістю даної реакції є протікання значної кількості побічних реакцій. В якості каталізатора можна використати концентровану сульфатну кислоту (яка володіє високою активністю) або екструдат алюміній хлориду (який володіє високою селективністю до цільової реакції). Ви працюєте на установці алкілювання і вам необхідно обрати каталізатор для проведення даної реакції. Свій вибір обґрунтуйте». Розв'язати проблему здобувачі освіти можуть проаналізувавши : переваги та недоліки твердих та рідких каталізаторів, вплив кислоти та

алюміній хлориду на навколишнє середовище, методи підвищення активності гетерогенних каталізаторів, конструкційні особливості реакторів.

Сучасне заняття - це постійний діалог з здобувачем освіти, постановка перед ним навчальних завдань. Навіть під час вивчення нового матеріалу необхідно апелювати до нього. Замість набридливого монологу, викладач, постановкою ланцюжка проблем, провокує ситуацію пошуку. Один з ефективних прийомів активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти є прийом «Метод помилкових суджень». Суть прийому полягає в тому, що на початку заняття дається ряд тверджень за новою темою. В ході навчання, здобувачі освіти повинні оцінити як вірні, так і невірні відповіді та обґрунтувати свій вибір. Вони не повинні просто відтворювати той фрагмент, який буде підтверджувати або заперечувати твердження. Судження необхідно сформулювати так, щоб читання тексту перетворилося в пошук. Здобувачі освіти повинні застосувати додаткові розумові операції аналізу, порівняння, щоб вийти на вибір правильного твердження[2].

Прийом «Метод помилкових суджень» добре застосувати при повторенні домашнього завдання. Або дати напередодні здобувачам освіти самостійно вивчити новий матеріал, а потім запропонувати попрацювати з твердженнями. Наприклад, при вивченні теми «Хімічна термодинаміка» можна дати ряд тверджень : «Кількість теплоти переданої системі витрачається на зміну внутрішньої енергії і здійснення роботи зовнішніх сил над системою». *Правильне твердження:* «Кількість теплоти переданої системі витрачається на зміну внутрішньої енергії і здійснення системою роботи над зовнішніми силами». «Технологічне обладнання на хімічних підприємствах відноситься до відкритих термодинамічних систем». *Правильне твердження:* «Технологічне обладнання на хімічних підприємствах відноситься до закритих термодинамічних систем».

Активізувати пізнавальну активність здобувачів освіти можна і за допомогою проєктної технології. Проєктна технологія – система навчання, за якої здобувачі освіти набувають знань і умінь в процесі планування і виконання практичних завдань-проєктів, які поступово ускладнюються. Ґрунтується на позиціях педагогіки прагматизму («навчання через діяльність»), розглядаючи при цьому діяльність як різновид творчої роботи, де здобувач освіти виступає її активним учасником [4] .

При застосуванні проєктної технології стимулюється інтерес здобувача освіти до певної проблеми, що передбачає володіння ним певними знаннями, та через проєктну діяльність демонструє практичне застосування набутих знань. Вирішення проблеми передбачає, з одного боку, необхідність інтегрування знань та умінь з різних галузей науки, техніки, технології, а з іншої –

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

використання сукупності різноманітних засобів навчання і методів, переважно проблемних та інтерактивних. Саме тому і варто обирати проблему, взяту з реального життя, яка буде стимулювати інтерес.

Прикладом може слугувати дослідницький проєкт «Власний фільтр очищення води» (тема «Сорбційні процеси»), метою якого є вивчення властивостей загальнодоступних сорбентів та розробка на їх основі оптимальної конструкції власного фільтра для очищення води, його тестування та визначення основних "експлуатаційних" характеристик.

Прикладом міні дослідницького проєкту також може слугувати проєкт «Ефект Тиндаля» (тема «Властивості колоїдних розчинів»), метою якого є дослідження впливу чинників, що визначають проходження світла через колоїдний розчин.

Говорячи про використання можливостей сучасного заняття для активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти, не можна не згадати про роль інформаційно-комунікаційних технологій.

Застосування різних засобів навчання: аудіо-записів, відеофільмів, презентацій, платформ для складання і проведення тестування спрямовано на підвищення позитивної мотивації до вивчення фізичної та колоїдної хімії. Це забезпечує активну пізнавальну діяльність здобувачів освіти, розвиток мислення, творчих здібностей і бажання продовжити самостійну роботу та сприяє формуванню активної позиції особистості в сучасному інформатизованому суспільстві [1].

Значний вплив на пізнавальну активність здобувачів освіти має виконання домашніх завдань. Домашні завдання не повинні бути обтяжливими, що в свою чергу зможе підтримувати інтерес, який виникає на заняттях. Наприклад «...що є найбільш енергетично вигідним для організму людини: з'їсти півкілограма цукру або випити півлітра горілки?» (тема «Хімічна термодинаміка»); «...чому ви відчуваєте спрагу якщо вживаєте в їжу солону рибу?» (тема «Колегативні властивості розчинів»). Завдання-усмішки сприймаються молоддю із зацікавленістю, а тому краще запам'ятовуються.

Таким чином, застосування сучасних досліджень психолого-педагогічної науки, різноманітних педагогічних технологій та методів стимулювання навчально-пізнавальної діяльності на заняттях фізичної та колоїдної хімії дозволяють формувати у здобувачів освіти позитивну мотивацію до навчання та стійкий інтерес до дисципліни і майбутньої професійної діяльності.

Активізація навчально-пізнавальної діяльності здобувачів освіти сприятиме формуванню конкурентоспроможного випускника, здатного активно набувати знання, навички, мотивованого на безперервну освіту та самоосвіту, а також втіленню основного принципу андрогогіки та найдавнішої формули

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

навчання: «*Non scholae, sed vitae discimus*» – учимося не для школи, а для життя.

Список використаних джерел:

1. Гузенко О. М. Сучасні технології навчання хімії : метод. вказівки для студентів ф-ту хімії та фармації першого (бакалавр.) рівня освіти. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. 42 с.
2. Курильчик І.В. Методи і прийоми активізації пізнавальної діяльності учнів: Методичний посібник. Рівне: НМЦ ПТО, 2017. 53 с.
3. Павленко В.В. Методи проблемного навчання. Нові технології навчання: наук.-пед. зб. Інститут інноваційних технологій і змісту освіти Міністерства освіти і науки, Академія міжнародного співробітництва з креативної педагогіки. Київ, 2014. Вип.81 (спецвипуск), 84 с.
4. Шевчук С.С. Реалізація сучасних освітніх практик у професійну підготовку фахівців сфери обслуговування: Навчально-методичний посібник. Біла Церква: БІНПО ДВНЗ «УМО» НАПНУ, 2018. 139с.

Леся ІЛЬЧИШИН,

викладач вищої категорії циклової комісії фізичної підготовки, БЖД та Захисту України Дрогобицького механіко-технологічного фахового коледжу

Поліна КОС,

студентка групи ДВ-11 ДМТФК спеціальності 029. Інформаційна, бібліотечна і архівна справа

Віталій БОЛОННИЙ,

*студент групи ЕК-21 ДМТФК спеціальності 174. Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
м. Дрогобич, Україна*

ОСОБЛИВОСТІ СПІЛКУВАННЯ ІЗ ПРАЦІВНИКАМИ З ІНВАЛІДНІСТЮ ПРИ ЗДОБУТТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ І ПРАЦЕВЛАШТУВАННІ

Люди з інвалідністю мають таке саме право на працю, як і люди, що не мають інвалідності.

Право на працю – одне з основних прав людини, визнаних міжнародними актами і чинним українським законодавством. Воно поширюється й на осіб, які мають інвалідність.

Будь-яка людина, що має будь-яку групу інвалідності, має право на працю. Всі громадяни України мають рівні конституційні права та свободи і є рівними перед законом. Кожна людина має право на працю, що передбачає можливість заробляти собі на життя працею, яку вона вільно обирає або на яку вільно

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

погоджується.

Основні права громадян у сфері праці:

- вільний вибір професії, виду занять і роботи;
- робота з оплатою праці не нижче за встановлений державою мінімальний розмір;
- відпочинок відповідно до законів і щорічні оплачувані відпустки;
- здорові та безпечні умови праці;
- об'єднання в профспілки та вирішення колективних трудових конфліктів;
- матеріальне забезпечення в порядку соціального страхування в старості, у разі хвороби, повної або часткової втрати працездатності;
- матеріальна допомога в разі безробіття та соціальні послуги;
- звернення до суду для вирішення індивідуальних трудових спорів;
- інші права, встановлені законодавством.

Міжнародна спільнота, членом якої є й Україна, ухвалила низку актів, що мають на меті допомогти людям з інвалідністю реалізувати свої можливості та здібності, залишатися в суспільстві та мати належний рівень життя. Зокрема, ці документи проголошують рівні можливості у здобутті освіти, відновленні працездатності, професійній підготовці, працевлаштуванні, зайнятості.

Працевлаштування людини з інвалідністю і виконання нею своїх робочих обов'язків наштовхується на низку перешкод. Причини цього швидше пов'язані з тим, як організовано роботу, та зі ставленням роботодавців, аніж з інвалідністю цих людей.

В основі негативного ставлення до людей з інвалідністю лежать стереотипи та упередження, які мають мало спільного з реальністю.

Труднощі у працевлаштуванні людини з інвалідністю зумовлені, зокрема, побоюванням роботодавців щодо того, як стан здоров'я працівника позначиться на виконанні службових обов'язків.

Проте в багатьох випадках працівники без статусу інваліда також створюють роботодавцю проблеми, іноді й більші. Прикладами можуть бути фактичне небажання «напружуватися» на роботі, нехтування трудовою дисципліною та розпорядком, зловживання спиртними напоями, низька працездатність, часті звільнення, крадіжки тощо. Уявлення про «безпроблемність» та високу працездатність працівників без статусу інваліда (порівняно з людьми з інвалідністю) часто значно перебільшені. Проте ці недоліки проявляються лише через певний час після влаштування на роботу. А в момент ухвалення рішення щодо заповнення вакансії, за інших рівних умов, людина з інвалідністю завжди видається більш «проблемною», ніж гіпотетичний кандидат без інвалідності. Однак насправді проблеми та окремі вади існують у всіх працівників.

З іншого боку, роботодавці усвідомлюють, що людина з інвалідністю періодично,

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

залежно від характеру захворювання та причини встановлення інвалідності, має проходити медико-соціальну експертну комісію для підтвердження інвалідності. Цей процес потребує перебування в стаціонарі. Проте роботодавці знатимуть заздалегідь, коли саме планується перебування працівника з інвалідністю в стаціонарі, а хвороби працівників без встановленого статусу інвалідності важко спланувати та спрогнозувати.

Досвід переконує, що працівник з інвалідністю, як правило, має сильнішу мотивацію до збереження роботи, ніж інші працівники, отже, за рівних умов він надійніший, відданіший підприємству та менш схильний до зміни місця роботи. Працівники з інвалідністю ймовірніше «вкладатимуть душу» у свою працю, оскільки для них пов'язані з роботою соціальні контакти й соціальний статус часто є важливішими, ніж для інших працівників підприємства.

Люди з інвалідністю можуть бути такими ж ефективними працівниками, як і всі інші, якщо при працевлаштуванні врахувати стан їхнього здоров'я та уважно поставитися до підбору професії, місця роботи й робочих функцій. При цьому працевлаштування дасть людині не лише заробіток, а й інші блага такі як спілкування, можливість самореалізації та кар'єри, певний соціальний статус, наповненість життя тощо.

Спілкування із людьми з інвалідністю має свої особливості. Їх врахування дасть змогу налагодити ефективну та коректну комунікацію із працівником.

- *Головне – людина, а не її інвалідність.* Співпрацювати із людиною з інвалідністю потрібно так, як і з будь-яким іншим працівником, але із врахуванням фізіологічних обмежень, які зумовлюють інвалідність.

Якщо Ви хочете запропонувати свою допомогу, запитайте спочатку у людини, чи вона їй потрібна. Намагайтеся, щоб Ваша допомога не вказала людині на її інвалідність без потреби.

Не треба поводитися поблажливо до працівника з фізичною вадою чи з розумовою відсталістю (класти руку на плече, звертатися зменшуваними іменами тощо).

Розмовляючи з працівником з інвалідністю, необхідно звертатися безпосередньо до нього, а не особи, що його супроводжує, або перекладача жестової мови, який присутній при розмові.

Візок, крісло – це частина недоторканного простору людини. Спіратися на інвалідний візок – те саме, що спиратися на людину.

У сучасному інформаційному світі люди з інвалідністю здобувають фах веб-дизайнера, фахівця з обробки цифрової – інформації телеоператора чи телефонного торгового консультанта тощо. Це дає їм змогу реалізувати себе, не виходячи з дому. Щоправда, така надомна праця не зовсім сприяє соціальній інтеграції людей з інвалідністю. Тому роботодавці інколи вдаються для спеціальних

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

заходів, аби працівники-надомники відчували себе частиною великого колективу.

Список використаних джерел:

1. Стаття 4 Конституції України.
2. Стаття 43 Конституції України.
3. Закон України «Про основи соціальної захищеності інвалідів в Україні».
4. Закон України «Про зайнятість населення».
5. Конвенція про права інвалідів.
6. Employability: a resource guide on disability for employers in Asia and Pacific / Debra A. Perry, editor. – Bangkok: ILO, 2007.

Леся ПІЦЬ,

*голова циклової комісії суспільно-гуманітарних дисциплін
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Галина ГАЛЬОВИЧ,

*викладач циклової комісії суспільно-гуманітарних дисциплін
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Марія ГОРАЛЬ,

*викладач циклової комісії суспільно-гуманітарних дисциплін
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м. Дрогобич, Україна*

МОТИВАЦІЯ ЯК ПРОВІДНИЙ ФАКТОР ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Відомо, що освітня діяльність підтримується різноманітними потребами і визначається мотивами, знання яких необхідні для підвищення ефективності навчального процесу. Мотиви - це рушійні сили. Існують соціальні, моральні та інші мотиви. Ефективність навчання залежить саме від цих мотивів.

Висока мотивація може відігравати роль компенсаторного фактора у випадку недостатньо високих спеціальних мовних здібностей або недостатнього резерву у здобувача освіти необхідних знань та навичок. В іншому випадку компенсаторний механізм не працює, тобто жоден високий рівень мовних здібностей не може компенсувати відсутність або низьку навчальну мотивацію, і, таким чином, не може призвести до високого успіху освітньої діяльності.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Результати, яких людина досягає у своєму житті, лише 20-30 % залежать від її інтелекту, а 70-80 % - від мотивів, які має ця людина, і які заохочують її поводитись відповідним чином.

Отже, успіхи навчальної діяльності здобувачів освіти визначаються не лише рівнем здібностей, а й мотивацією навчання. Відомо, що серед успішних здобувачів освіти є і такі, хто мають середній і навіть низький рівень здібностей, але через сильну мотивацію, інтерес, самодисципліну вони мають значний успіх. Люди, які мають високий рівень здібностей, але низький рівень мотивації, відсутність інтересу до освітньої діяльності, зменшують рівень навчальних досягнень через низький рівень мотивації. "Сильні" та "слабкі" здобувачі освіти відрізняються один від одного саме мотивацією: для сильних - характерна внутрішня мотивація, вони прагнуть оволодіти професією на високому рівні, орієнтовані на отримання сильних професійних знань та практичних навичок. Навчальні мотиви слабких здобувачів освіти мають переважно зовнішній, ситуативний характер: уникнути осуду та покарань за погане навчання, не втратити стипендії тощо. Таким чином, студенти з різними рівнями продуктивності можуть мати різні мотиви навчання.

У фаховому коледжі досягнення хороших результатів викладання стає особливо важливим, оскільки підготовка здобувачів освіти до професії, наявність професійних навичок у них відіграватимуть

величезну роль у професійній діяльності.

Розрізняють чотири провідні потреби: в пізнанні, досягненні, спілкуванні та домінуванні. Щоб викликати бажання вчитися, необхідно знати характеристику особистості здобувача освіти та створювати ситуації, в яких ця потреба оновлюється, а студенти керуються успіхом.

Викладач іноземної мови, як і будь-який викладач фахового коледжу, повинен мати уявлення про структуру мотиваційної сфери здобувача освіти, зокрема про потреби та відповідні мотиви, їх вплив на ефективність навчання. Крім того, йому слід створювати умови, що відповідають цим потребам, використовуючи методи, які їх актуалізують та розвивають здобувачів освіти.

Важливим моментом є створення ситуації природного спілкування, яке допомагає здобувачам освіти навчитися висловлювати свої думки з певної теми, активно приєднуючись до навчального процесу, вдосконалювати свої навички спілкування іноземною мовою.

Вводячи відповідні теми для обговорення, уявні ситуації, роботу в групах, де потребуються співпраця та взаємна допомога, рольові ігри, міні-конференції, розмови з носіями мови, демонстрації іноземних фільмів, здобувачі освіти залучаються до спілкування.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Говорячи про необхідність знань, слід зазначити, що це «глибша» особиста потреба в порівнянні з простою інтелектуальною цікавістю. Саме вона генерує активний, довгий і впертий інтерес до навчання.

Задовольняючи потребу в пізнанні, слід мати на увазі, що тексти, запропоновані на занятті, повинні містити новизну, мати цікавий сюжет, професійну орієнтацію та розширювати горизонти. Бажання знання нового сприяє навчальній діяльності та, відповідно, позитивно впливає на навчальні показники. Викладачу важливо знати, що цікавить здобувачів освіти. У зв'язку з цим велике значення набуває додатковий позааудиторний матеріал, який може використовуватися викладачем для задоволення когнітивних запитів здобувачів освіти. Викликати зацікавленість майбутніх фахівців можуть яскраві приклади, факти в галузі інженерії, а також використання візуальних посібників, інструментів технічного навчання тощо.

Усвідомлення ролі іноземної мови у майбутній професійній діяльності має велике значення. Викладачу потрібно передати здобувачам освіти інформацію про переваги знань іноземних мов у сучасному світі, про попит у професійній сфері фахівців технічного профілю, що володіють іноземною мовою. Викладач повинен заохочувати здобувачів освіти до пошуку нової інформації, самостійної роботи, самоосвіти, тобто до використання іноземної мови для продовження технічної освіти, оскільки здатність бачити проблему пов'язана як зі містом власне освіти, так і з особистими якостями. Основою самоосвітньої діяльності є бажання людини до знань, систематичної психічної роботи, в процесі якої відбувається не лише поповнення знань, але й задоволення духовних запитів.

Величезну роль відіграє потреба в досягненнях та відмінних результатах у навчанні та самовираженні: досягти своїх цілей, сумлінно та якісно виконати обрану професійну діяльність.

У процесі викладання іноземної мови величезний вплив мають досягнення здобувачів освіти. Викладач повинен сприяти прагненню до успіху, створюючи відповідні ситуації. Їм необхідно запропонувати більш креативні завдання, щоб вони могли застосовувати та вдосконалювати здобуті знання, показувати свої здібності, прагнути до самореалізації. Здобувачам освіти можна запропонувати підготувати діалог, чи проєкт, використовуючи новий словниковий запас, скласти звіт на тему заняття, придумати власну гру, яка допоможе розвивати мовні навички.

Необхідно, щоб заняття іноземною мовою відбувалися в умовах психологічного комфорту. Атмосфера, створена на занятті, довірливі відносини між викладачем та здобувачами освіти, дуже важливі.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Необхідність домінування чи лідерства, також мають велике значення для успішної навчальної діяльності здобувачів освіти. У процесі викладання іноземних мов слід створювати ситуації, в яких ця потреба буде задоволена. Це можуть бути рольові ігри чи творчі завдання. Оскільки здорова конкуренція, бажання впоратися зі складним завданням, показати себе в дискусії чи грі, бажання зробити щось якнайкраще не тільки в офіційних рамках заняття, але і на позааудиторному занятті, також сприяє навчальній діяльності та належним чином позитивно впливає на навчальні результати.

Таким чином, мотивація здобувачів освіти відіграє велику роль у процесі викладання іноземної мови і, без сумніву, впливає на їх навчальну ефективність.

Діагностика мотиваційної сфери є важким завданням. Це пов'язано з тим, що мотиви діяльності та поведінки, що утворюють «ядро» особистості, є найбільш «закритою зоною» особистості та найбільш захищеною (свідомо чи підсвідомо) особистістю від стороннього проникнення в нього. У той же час, у педагогічній практиці та в психолого-педагогічних дослідженнях застосовуються методи, які, хоча не повністю задовольняють необхідні вимоги, але все ж дозволяють отримати певні результати. Надійність цих результатів значно збільшується, якщо опитування проводиться анонімно. Зрозуміло, що це не завжди прийнятно, але у випадках, коли це можливо, зазначена обставина повинна враховуватись.

Список використаних джерел:

1. Василенко О. В. Неформальна освіта дорослих: нове соціально-освітнє явище / О. В. Василенко // Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи. – 2013. – Вип. 7. – С. 35-44.
2. Ідеї. Натхнення. Рішення: посібник для тренерів неформальної освіти / Н. Трамбовецька [та ін.]; упоряд. Н. Трамбовецька. – Київ: Інша освіта, 2015. – 70 с.
3. Науменко У.В. Інноваційні методи навчання англійської мови у вищій школі в умовах модернізації. Молодий вчений. 2018. №3.1 (55.1) березень. С. 118-121.
4. Нікітченко О.С., Тарасова О.А. Формування навичок критичного мислення на уроках іноземної мови: навчально-практичний посібник. Харків: «Друкарня Мадрид», 2017. 104 с.
5. Освіта і наука України в умовах воєнного стану / Інформаційно-аналітичний збірник. - Київ, 2023.- 64 с.

Ілля МИХАЙЛИШИН,

*викладач комісії суспільно-гуманітарних дисциплін
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м. Дрогобич, Україна*

СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ ПЕДАГОГА

Анотація. У статті розглядаються питання зв'язку використання традиційних і сучасних освітніх інструментів у діяльності викладача коледжу. Описано актуальність впровадження сучасних освітніх інструментів на прикладі викладання соціології. Актуальність застосування новітніх засобів навчання пов'язаних не тільки з розвитком технологій, винаходів, засобів комунікації, а і умовами в які поставлені навчальні заклади України під час російсько-української війни. В умовах воєнного стану доводиться застосовувати дистанційне навчання, яке відбувається за допомогою комп'ютерів, цифрових інструментів едукації. І викладачі і здобувачі освіти повинні вміти використовувати за стосунки, програми, сервіси для здійснення навчальної взаємодії, що відбувається віддалено, для комунікації в колективі, використання інновацій у навчальному процесі.

Ключові слова. Сучасні освітні інструменти, дистанційне навчання, за стосунки, навчальні платформи.

Abstract. The article examines the relationship between the use of traditional and modern educational tools in the work of a college teacher. The introduction of modern educational tools is described on the example of teaching Sociology. The relevance of using the latest teaching tools is related not only to the development of technologies, inventions, and communications tools, but also to the conditions in which educational institutions of Ukraine are placed during the Russian-Ukrainian war. Under martial law we have to use distance learning, which takes place with the help of computers and digital teaching tools. Both teachers and students should be able to use applications, programs and services to implement remote learning interactions, to communicate in a team, and to use innovations in the educational process.

Key words. Modern educational tools, distance learning, applications, educational platforms.

Мета статті. Описати досвід використання сучасних освітніх інструментів педагога для визначення шляхів вдосконалення едукації в умовах, коли новітні гаджети стали невід'ємною ознакою та джерелом отримання та передавання інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для викладу основного матеріалу статті мають значення роботи вітчизняних дослідників, що вивчали

можливості використання цифрових технологій в мережі інтернет для підготовки та проведення уроків Н. Вовковінська [3.с.127], Л. Калиндрузь, пошуку матеріалів у мережі О.Войченко, А.Солопов. Використанням освітніх ресурсів для створення веб-сайтів роботи В.Базуріна, І.Закомірного. Використання мультимедіа в навчальному процесі процесі – О.Данилов, В.Монако. Вчені стверджують, що використання цифрових технологій має відбуватися при вивченні всіх предметів, а також для взаємодії студентів з викладачами, при написанні дослідницьких робіт, при навчанні за індивідуальним графіком. Особливо цінним є ґрунтовне дослідження наших дрогобицьких вчених Тетяни Вдовичин, Уляни Когут та Оксани Сікори. У статті розглядають «доцільність використання цифрових інструментів Google для організації освітнього процесу в кризових суспільних ситуаціях» [6. с.75]. В цій проблемі давно і плідно працюють викладачі нашого коледжу. Зокрема наведу приклад робіт, що стосуються безпосередньо нашої теми. Це стаття у нашому збірнику матеріалів конференції «Роль сучасних інформаційних технологій у професійній освіті» - автори Юрій Хомош, Богдан Михайлишин [7. с. 172], «Інноваційні технології в процесі викладання англійської мови» - Галина Гальович, Леся Піць [8 с.190], «Впровадження інформаційних технологій у вищих навчальних закладах України» - Любомир Роман [9. с. 221], «Інноваційні підходи у викладанні соціології як засіб навчання і виховання сучасного спеціаліста нафтогазової галузі України» - Ілля Михайлишин [10. с. 182].

Виклад основного матеріалу

Сучасний світ – це світ розвинутих технологій, які з кожним роком стають складнішими. Змінюється і соціальне замовлення перед системою освіти, змінюються вимоги до сучасного викладача, сучасного здобувача освіти. А в умовах, коли український народ має вистояти, перемогти в російсько-українській війні, де застосовуються ракети, дрони, ведеться радіоелектронна боротьба, психологічна, інформаційна війна потрібні освідчені, активні, патріотичні громадяни, що по закінченні навчальних закладів стануть умілими воїнами, працівниками, керівниками України. «Нарешті, наша освіта і наше виховання повинні бути сучасними, тобто спиратися на духовну силу своєї традиції, але орієнтуватися і на теперішні потреби нашого суспільства, а відтак досягнути європейські освітні стандарти» [1. с.40].

Сьогодні викладачу, що має добру базову освіту, потрібно постійно удосконалювати свої вміння, оволодівати інформаційно-комунікативними технологіями, застосовувати сучасні освітні інструменти. Ніхто не применшує знання свого предмета, уміння розробляти і втілювати методичні напрацювання, але в умовах дистанційного навчання не обійтись без уміння

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

спілкуватися через Google Meet, Zoom, Skype, Viber, користуватися навчальними платформами Classroom Moodle. Як зазначав мій вчитель за мою першою освітою Народний артист України Богдан Козак на питання кореспондента ... Сучасний театр встигає (чи повинен встигати) за змінами? відповів: - Свого часу французький шансон'є Моріс Шевальє, який завжди був сучасним і модним говорив: - "Я все життя танцював танці властиві тому часові в якому я перебував." Інакше і не може бути. Наприклад, одяг ви носите сучасний, а не сюртуки або криноліни. Ці процеси стосуються і театру. Відбуваються зміни у формах, отже в технологіях акторської гри. Актор повинен мати чуття сучасності, мусить бути самокритичним та дбати про власну гідність незалежно від віку і часу» [5. с.420]. Все це стосується викладача, керівника навчального закладу, системи освіти взагалі. Відповідаючи на питання уявного кореспондента чи сучасна освіта, сучасний педагог встигає (чи повинен встигати) за змінами можна відповісти, підставивши в цей текст знаменитого актора, режисера, театрального педагога, свого часу декана факультету культури і мистецтв Львівського університету замість слів театр, актор, навчальний заклад, педагог одержимо «відбуваються зміни у формах, отже в технологіях едукaції – навчання, розвитку, виховання. Педагог повинен мати чуття сучасності, мусить бути самокритичним та дбати про власну гідність...»

Перш ніж перейти до розгляду методики застосування інструментів педагога, треба сказати, що серед термінів і понять якими оперує педагогіка є такі як «освіта», «навчання», «виховання», «розвиток», «едукaція», «навчальний процес», «національне виховання», «громадянське виховання», «метод навчання», «метод виховання», «соціальне замовлення», а терміну «інструмент» не зустрічається. [3. с. 21]. Очевидно ним оперує хіба модерна, сучасна педагогіка і тому термін «інструменти» вживається разом зі словом сучасні освітні інструменти і використовується він в контексті здебільшого дистанційного навчання. Інструментом називають ще Storitelling, а також формування навичок skill, hard skill, soft skill. В інтернеті, наприклад, освітній проєкт «На урок», на курсах підвищення кваліфікації, на відкритих заняттях наших викладачів можна побачити багато прикладів застосування сучасних інструментів у навчальній, виховній, розвиваючій діяльності педагогів, починаючи з шкіл, коледжів і до вузів.

Я зупинюся на досвіді своєї роботи і переходу від традиційних методів до сучасних інструментів в моїй роботі як педагога впродовж уже 44-х років роботи в школі, технікумі далі коледжі, Дрогобицькій гімназії, Дрогобицькому педагогічному університеті, зокрема і на кафедрі педагогіки.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

На прикладі викладання соціології в нашому технікумі, тепер фаховому коледжі, а також виховної роботи, можна прослідкувати зростання необхідності застосування сучасних інструментів педагога. Предмет «Соціологія» був запроваджений у навчальний процес в технікумі з 1996 року. Дирекція доручила мені цей предмет. Починав я з того, що поїхав до Львівського університету, до Наталії Йосипівни Черниш, яка на той час була завідуючою новоствореної кафедри соціології в університеті. Моїм першим інструментом викладання предмету став її підручник «Соціологія» у шести брошурках, яку за її рекомендацією я купив у книгарні університету і ще один екземпляр який мені подарував мій університетський товариш. З одного підручника я готувався до занять, другий віддавав в читальний зал бібліотеки. Студенти конспектували на моїх заняттях, а готувалися по цьому підручнику в читальному залі.

Потім професор, доктор соціологічних наук Володимир Маркович Піга особисто привіз свій підручник «Соціологія» 30 екземплярів. Це значно полегшило працю. Проводилися лекції, семінарські заняття, робилися соціологічні емпіричні дослідження спочатку в коледжі, потім ми взяли участь у міжнародному соціологічному дослідженні про соціальні орієнтири випускників «Молодь пограниччя: Перемишль-Дрогобич, листопад 2012р.». Нас долучила кафедра соціології і політології Дрогобицького педуніверситету під керівництвом світлої пам'яті професора, доктора соціологічних наук Світлани Щудло. Далі була участь з студентами у конференціях, написана методична розробка... На сьогодні є достатня кількість і якість підручників, електронних підручників. Поштовх до активного використання сучасних інструментів дало нещастя – ковід 19. Під час епідемії ковіду біда заставила перейти до дистанційного навчання. У той час ми застосували примітивні інструменти. Завдання писали, друкували, фотографували і скидали студентам через Viber, заняття проводили в Skype. Починали застосовувати Classroom. У 2019 р. я завершив роботу над розробкою «Навчальний посібник: Соціологія на допомогу студенту». З нього зроблений електронний варіант. Електронний варіант посібника з допомогою операторів Moodle завантажується в кожному групі. Крім того, я зробив ще один посібник «Конспект лекцій (у презентаціях) з навчальної дисципліни «Соціологія». Електронний варіант також завантажується в групі. На перших заняттях офлайн я пояснюю як ними користуватися на випадок переходу на дистанційне навчання. При дистанційному навчанні читаються лекції в Google Meet, а письмові завдання і комунікація ведеться в Moodle. Приймаються визначення усно, відповіді на питання. Питань у першому модулі – 30, у другому – 32. Як допоміжний інструмент використовується Viber.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Використання посібника здійснюється таким чином, що студенти мають можливість опрацювати теми з планом, літературою, питаннями до кожної теми, що вивчається згідно програми курсу. В посібнику даються короткі відповіді на всі питання плану заняття. Матеріал розділений на два модулі. До кожного модуля є конкретні питання і варіанти для написання модульної контрольної роботи. 30 варіантів мають по два питання до яких додаються тести, в яких по 10 завдань.

Під час онлайн навчання студенти одержують варіант написання контрольної роботи. Вони пишуть свій варіант – два питання і тест і поміщають у Moodle для перевірки. Роботи перевіряються і виставляються оцінки в Moodle.

У час технологій та викликів велику роль відіграють інструменти, що допомагають викладачу під час дистанційних занять. Вони здатні підтримати процес навчання за допомогою онлайн-ових завдань, де студенти можуть виконати завдання і одержати відповіді і оцінку за виконані завдання.

У викладанні історії України, всесвітньої історії застосовую демонстрації фільмів, уривків з відеоуроків, а також тестів, що є в інтернеті на платформі Освіта.ua – офіційний канал, а також На урок, де є готові тести, варіанти відповідей, можливість давати відповіді і одержувати оцінку в дванадцятибальній системі. Студенти кілька років тому робили такі роботи як домашнє завдання, зараз, коли у кожного є телефони, айфони з інтернетом роблять в аудиторії і показують результат або скидають відповіді у Moodle.

При написанні студентами самостійного учнівського проєкту «Мій родовід» у методичній розробці до його написання я даю алгоритм використання комп'ютерних програм, що допомагають у написанні роботи, а також можливість створення повністю роботи у електронному варіанті. Тобто, написання есе, розміщення фотографій родичів, фото будинків, документів можуть поміщатися і відеоматеріали, або створення повноцінного документального фільму. Все це дозволяють сучасні інтернет програми.

Кожен рік я читаю лекцію до річниці УПА, де використовую слайди, відеоматеріали, все це монтується, підбирається музика. Коли захід випадав на онлайн заняття, то ми робили текстову і відеопрезентацію і поміщали на сайті коледжу для онлайн перегляду.

Висновки

1. Перш ніж застосовувати сучасні інструменти педагог мусить мати добру базову підготовку у вузі, володіти методикою навчання, виховання і розвитку студентів.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

2. Бути особистістю з високими моральними і діловими якостями. Володіти сукупністю таких соціальних властивостей як відповідальність, пам'ять, культура, діяльність.

3. Постійно вчитися розвиватися на сучасній мові, бути в тренді, прокачувати skilu.

4. Сучасні інструменти педагога дають змогу покращувати якість освіти, розширювати з допомогою цифрових інструментів та технологій доступ до широкого спектру навчальних матеріалів, створювати та поширювати навчальні матеріали, проводити тести і оцінювання, забезпечувати індивідуальний підхід до навчання.

5. Використання сучасних освітніх інструментів в умовах швидкого розвитку технологій у сучасному світі готують здобувачів освіти до викликів сучасного ринку праці і дають їм необхідні професійні та технічні навички.

6. Зміни та потреби суспільства диктують необхідність у навчальних закладах впроваджувати новітні інновації, сприяють підвищенню якості навчального процесу.

Список використаних джерел:

1. Вишневський О.І. Теоретичні основи сучасної української педагогіки: навч. посіб. 4-е вид. (доправ. і доповн.) за ред. М.Галіва, О.Невмержицької. – Дрогобич, с. 40

2. Вишневський О.І. Теоретичні основи сучасної української педагогіки: навч. посіб. 4-е вид. (доправ. і доповн.) за ред. М.Галіва, О.Невмержицької. – Дрогобич, с. 21

3. Вовковінська Н.В. Як створити комп'ютерну презентацію: посібник / Н.Вовковінська, С.Литвинова. – К.: Шкільний світ, 2019, с.127

4. ISSN: 2076-8184. Інформаційні технології і засоби навчання. – 2022, Т.92, №6. Цифрові інструменти Google для організації освітнього процесу педагогічного університету в кризових ситуаціях, Т.Я.Вдовичин, У.П.Когут, О.В.Сікора, 2022

5. Козак Б.М. Театральні відлуння. – Львів: Ліга-Прес, 2010, с.452

6. Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Дрогобич, 8-9 травня 2015р.), Дрогобич:ТзОВ «Трек-ЛТД», 2015, с.72.

7. Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Дрогобич, 8-9 травня 2015р.), Дрогобич: ТзОВ «Трек-ЛТД», 2015, с.190

8. Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: Матеріали всеукраїнської науково-технічної

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

конференції (м. Дрогобич, 8-9 травня 2015р.), Дрогобич: ТзОВ «Трек-ЛТД», 2015, с.221

9. Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Дрогобич, 8-9 травня 2015р.), Дрогобич: ТзОВ «Трек-ЛТД», 2015, с.182

Богдан ПІЦЬ,

голова циклової комісії фізичного виховання та захисту України,

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Василь РОМАНСЬКИЙ,

викладач циклової комісії фізичного виховання та захисту України

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Андрій СУДА,

викладач циклової комісії фізичного виховання та захисту України

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м. Дрогобич, Україна

СПОРТИВНІ ТРЕНУВАННЯ ЯК ФАКТОР ЗМІЦНЕННЯ ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХНЬОЇ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ У НАФТОГАЗОВІЙ ГАЛУЗІ

Фізичне виховання є частиною передової культури, набутком всього народу. Це потужний засіб не тільки фізичного вдосконалення та оздоровлення, але також і виконання соціальної, трудової, творчої активності громадян.

У Дрогобицькому фаховому коледжі нафти і газу проводиться багато спортивно-масової роботи, де активно залучається студентів до систематичних тренувань з одного чи іншого виду спорту. На базі внутрішніх змагань формується склад збірних команд коледжу для участі у обласних змаганнях з різних видів спорту. Обласні змагання проводяться з метою масового залучення студентської молоді до занять фізичною культурою, активізації участі студентів у фізкультурно-оздоровчих, спортивно-масових, культурно-просвітницьких заходах. Завдання змагань полягає у вивченні стану фізичного виховання та спортивно-масової роботи у закладах фахової передвищої освіти.

Виходячи з вищесказаного, кожен заклад фахової передвищої освіти має стимул для завоювання високих місць в обласних змаганнях, щоб брати участь в Спортивних іграх України з різних видів спорту. Для того, щоб досягнути високих результатів в спортивній діяльності, у Дрогобицькому фаховому коледжі нафти і газу проводяться систематичні тренування у поза навчальний час з таких видів спорту: футзал, волейбол, баскетбол, настільний теніс, бадмінтон, легка атлетика, гирьовий спорт та шахи.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Кожний вид спорту позитивно впливає на здоров'я студентів. Використовуючи футзал в умовах освітнього процесу він сприяє кращому ознайомленню студентської молоді із методикою та особливостями цього виду ігрової діяльності. [1]. Кожен футзаліст може проявити особистісні якості: самостійність у прийнятті рішення, ініціативу, елементи творчої діяльності [2].

Даний вид спорту позитивно впливатиме на підготовку майбутніх фахівців з нафтогазової інженерії, так як він сприяє підвищенню рівня професійно-значущих якостей, що значно покращить їхню підготовку до професійної діяльності, яка проходить за складних умов і вимагає високого рівня психофізичної підготовленості.

Волейбол сприяє розвитку швидкості і різних її форм: часу реакції, частоти рухів і швидкості пересування, які використовуються в процесі гри. Цей вид спорту одночасно розвиває як фізичні можливості, так і тактичне мислення [3.с.56,129]. Це пояснюється зростанням загальної працездатності студентів, підвищенням сили і рухливості нервових процесів в їх організмах [4.с.97-98].

Застосування волейболу як засобу підготовки майбутніх фахівців спеціальності автомобільного транспорту сприятиме підвищенню рівня професійно-значущих якостей студентів, що значно покращить їхню підготовку до професійної діяльності, яка вимагає високого рівня психофізичної підготовленості та знаходить механізм перенесення рухових навичок, умінь, сформованих у процесі занять волейболом, на результат оволодіння навичками і вміннями у трудовій діяльності.

Баскетбол – командний вид спорту, який має велике значення для фізичного розвитку людини. Це унікальний вид спорту, який має широкий спектр позитивних впливів на фізичний і розумовий розвиток студента [5]. Отже, баскетбол сприяє вихованню почуття колективізму, наполегливості, рішучості, цілеспрямованості, уваги і швидкості мислення; здатності управляти своїми емоціями, вдосконаленню основних фізичних якостей.

Баскетбол може вплинути на майбутніх фахівців розвідування нафтових та газових родовищ, надаючи їм навички командної роботи, стратегічного мислення, управління часом і стресом, а також збільшуючи їх фізичну витривалість та енергію. У баскетболі важливо розуміти тактику, аналізувати суперників і приймати швидкі рішення, що може бути корисними навичками в індустрії нафти та газу, де необхідно швидко реагувати на зміни нафтового ринку та робити складні рішення на основі даних.

Настільний теніс корисний для здоров'я студента і допомагає розвинути багато особистих якостей, це і швидке ухвалення рішення, і миттєва реакція, і прекрасна спортивна форма, розвиває багато фізичних і морально-вольових

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

якостей. Під час гри у настільний теніс суглоби людини непомітно для неї постійно знаходяться у повільній чи швидкісній роботі. Ноги, руки, м'язи пресу та спини студента отримують достатнє навантаження і знаходяться у хорошому тонусі після годинного тренування. [6].

Цей вид спорту може допомогти майбутньому фахівцю електричної інженерії підтримувати фізичну активність та здоров'я, що є важливим для підтримки продуктивної працездатності під час довгих годин роботи в лабораторії або за комп'ютером. Крім того, гра в теніс може сприяти розвитку соціальних навичок, таких як співпраця та комунікація, які можуть бути важливими для успішної співпраці в команді під час інженерних проектів. Також, це може слугувати засобом стресорозслаблення та допомогти зберегти психічне здоров'я в умовах інтенсивного навчання та роботи.

Заняття бадмінтоном розвивають силу, спритність, швидкість, витривалість, а також впливають на розумову активність[7.с.5]. Мабуть, жодний вид спорту не має такої багатой палітри руху кисті, мікрорухів пальців завдяки чому можна стверджувати, що бадмінтон є моделлю професійно-орієнтованого фізичного виховання студентської молоді [7].

Для майбутніх фахівців спеціальності економіки підприємства гра в бадмінтон може допомогти майбутнім фахівцям економіки підприємства зберігати фізичну активність та здоров'я, що може підтримувати продуктивність та концентрацію під час вивчення економічних концепцій та аналізу даних. Крім того, ця активність може стимулювати творче мислення та сприяти розвитку стратегічного мислення, що корисно в управлінні бізнесом.

Щодо легкої атлетики одним із важливих принципів є її оздоровча спрямованість на організм студента. Наприклад, ходьба та біг – ефективні засоби переважної дії на серцево-судинну, дихальну й вегетативну систему, вони розвивають швидкість і витривалість. Стрибкові вправи впливають на стан опорно-рухового апарату, розвивають переважно вибухову силу, швидкість і спритність. У всіх етапах системи фізичного виховання включається легкоатлетичний біг, стрибки і метання як обов'язкова частина програми фізичного навчання. Одночасно з вирішенням оздоровчих і освітніх завдань розв'язуються і виховні завдання (такі якості як сила волі, сміливість, рішучість та ін.), що сприяє формуванню гармонійно-розвиненої особистості студента [8].

Легка атлетика корисна для майбутніх фахівців геодезії та землеустрою, оскільки сприяє розвитку фізичної витривалості, координації та спритності, необхідних для виконання теренних вимірювань та роботи з обладнанням. Бігові вправи сприяють підвищенню швидкості переміщення на місцевості, що важливо при виконанні геодезичних робіт. Також, участь у легкоатлетичних

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

тренуваннях сприяє збереженню загального фізичного здоров'я, що впливає на продуктивність та ефективність роботи у сфері геодезії та землеустрою.

Гирьовий спорт забезпечує відмінний рівень здоров'я, фізичного розвитку, високий рівень працездатності під час навчальної діяльності студента. Більшість вправ із гирями виконуються з нахилом і виправленням тіла, що значно сприяє зміцненню м'язів спини, плечового пояса, ніг, черевного преса – формуванню м'язового «корсета». Відзначають що в наслідок занять із гирями поступово збільшується об'єм серцевого м'яза, збільшується мережа судин, котрі його живлять; збільшується окружність грудної клітки, життєва ємність легень; поліпшується діяльність нервової системи й розумова працездатність; підвищуються концентрація та стійкість уваги. [9;10].

Цей вид спорту є важливим елементом підготовки майбутніх фахівців у сфері буріння свердловин. Він сприяє не лише підвищенню загальної фізичної сили та витривалості, але й розвитку координації рухів і підвищенню рівня ефективності у важких умовах роботи. Гирьові вправи допомагають покращити м'язовий тонус, зміцнити серцево-судинну систему і підготувати організм до фізичних навантажень, які часто зустрічаються у цій професії. Таким чином, гирьовий спорт не лише забезпечує фізичну підготовку, але й сприяє формуванню ключових навичок і якостей, необхідних для успішної роботи у цій галузі.

Одним з розумових видів спорту є шахи. Вони мають безліч корисних переваг для розвитку розуму та психіки, допомагають розвивати стратегічне мислення, логіку та творчість. Цей вид спорту вимагає від студента зосередження аналітичних здібностей та швидкості прийняття рішень, допомагає розвивати пам'ять та концентрацію, а також покращує увагу та відповідальність і сприяє розвитку творчого мислення. Шахи також відомі своїми корисними впливами на здоров'я психіки. Вони можуть допомогти управляти емоціями та стресом, покращити настрій та зняти напругу [11].

Гра в шахи відкриває широкий спектр корисних навичок для майбутніх фахівців у сфері менеджменту. Вони розвивають аналітичне мислення, стратегічне планування, вміння приймати рішення в умовах обмеженого часу та ресурсів. Шахи також виховують навички креативного мислення, вміння передбачати наслідки своїх дій та адаптуватися до змін у грі, що важливо у сфері менеджменту, де потрібно ефективно управляти в різних ситуаціях. Крім того, гра в шахи сприяє розвитку стресостійкості та вмінню керувати емоціями, що також корисно для успішного виконання завдань у менеджменті.

Для підтвердження впливу спортивних тренувань на організм студентів ми створили дві групи: експериментальну та контрольну. В експериментальній групі взяли участь студенти які систематично тренуються в спортивних секціях

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

коледжу з вищевказаних видів спорту. У контрольній групі ми взяли до прикладу студентів навчальної групи 22-Б-1. В обох групах нараховувалось по 10 студентів. Дослідження тривали три семестри з січня 2023 року по квітень 2024 року. За основу ми взяли початкові результати з бігу на 100 м., стрибок у довжину з місця та ривок гири 16 кг.

Таблиця №1. Динаміка росту показників швидкісно-силових якостей у студентів експериментальної групи.

№	Прізвище Ім'я	2022-2023 н.р. II семестр			2023-2024 н. р. I семестр			2023-2024 н.р. II семестр			Приріст за 2023- 24р. за III семестри		
		100м.	Стрибок з місця	Гиря 16 кг.	100 м.	Стрибок з місця	Гиря 16 кг.	100м.	Стрибок з місця	Гиря 16 кг.	100м.	Стрибок з місця	Гиря 16 кг.
1	Бойко Л.	14,2	216	27	13,8	225	38	13,0	238	46	1,2	22	19
2	Болонний М.	14,0	210	29	13,5	222	39	12,5	245	48	1,5	35	19
3	Блауцяк В.	14,4	210	30	13,9	228	40	13,0	246	50	1,4	36	20
4	Балицький А	14,1	216	31	13,8	230	41	12,8	248	51	1,3	32	20
5	Білий Н.	14,5	195	28	14,0	210	40	13,0	231	47	1,5	36	19
6	Загірський Р.	14,8	208	36	14,2	221	49	13,0	238	60	1,8	28	24
7	Кліщ О.	13,8	220	51	13,0	232	70	12,5	250	85	1,4	30	34
8	Качмар А.	14,3	225	26	14,0	231	35	13,2	248	43	1,1	23	17
9	Кузьмин Н.	14,2	215	61	13,8	221	85	12,9	240	102	1,3	25	41
10	Парашинець І	14,4	218	45	14,0	224	60	13,5	246	75	0,9	28	30
Середній показник приросту											1,4	29	24
Приріст результату в відсотковому відношенню											9,8%	13,6 %	66,8%

Таблиця № 2. Динаміка росту показників швидкісно-силових якостей у студентів контрольної групи (22-Б-1).

№	Прізвище Ім'я	2022-2023 н.р. II семестр			2023-2024 н. р. I семестр			2023-2024 н.р. II семестр			Приріст за 2023-24р. за III семестри		
		100м.	Стрибок з місця	Гиря 16 кг.	100 м.	Стрибок з місця	Гиря 16 кг.	100м.	Стрибок з місця	Гиря 16 кг.	100м.	Стрибок з місця	Гиря 16 кг.
1	Бігановський Д	13,9	218	28	13,5	225	32	13,0	241	46	0,9	23	18
2	Бунь О.	13,6	222	25	13,0	230	35	12,8	235	42	0,8	13	17
3	Васильківський І	13,5	226	43	13,3	235	60	12,5	245	72	1,0	19	29
4	Гук О.	14,5	208	22	14,0	215	28	13,8	223	36	0,7	15	14
5	Гуменюк Ю.	14,5	215	31	14,3	224	40	13,5	238	52	1,0	23	21
6	Костів Д.	14,8	210	22	14,5	221	28	14,1	235	36	0,7	25	14
7	Лебедєв М.	14,1	218	19	13,5	220	24	13,0	228	32	1,1	10	13
8	Макаров О.	14,5	205	25	14,0	218	33	13,8	226	42	0,7	21	17
9	Підгородецький І.	14,8	200	40	14,6	215	52	14,0	225	67	0,8	25	27
10	Сорока Р.	13,9	220	34	13,5	232	45	12,8	246	57	1,1	26	23
Середній показник приросту											0,9	20	19,3
Приріст результату в відсотковому відношенню											6,3%	9,2%	40%

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Спостерігаючи динаміку росту результатів експериментальної групи ми бачимо значний ріст показників, особливо це помітно у вправі – ривок гири 16 кг., результати виросли на 66,8 %, хоча не можна стверджувати, що всі відсотки відносяться до зростання сили, частина з них пішла на вдосконалення техніки виконання вправи.

Після проведених досліджень, ми порівняли середні показники розвитку фізичних якостей і функціональних даних студентів двох груп. Ми побачили, що результати тестувань експериментальної групи з бігу на 100 м. збільшились на 3,5% порівняно з контрольною, в стрибках з місця на 4,4%, а в ривку гири 16 кг. на 26,8% . У даному експерименті ми спостерігаємо, що функціональні можливості та фізичні якості студентів які систематично тренуються в спортивних секціях коледжу набагато вищі від студентів групи 22-Б-1, яка тільки займається на заняттях з фізичного виховання. Студенти експериментальної групи стали більш витривалі до довгої циклічної фізичної роботи, у них збільшилась силова витривалість відносно студентів контрольної групи.

У даній статті проаналізовано вплив видів спорту на організм студента, та як кожен з них безпосередньо впливає на майбутню підготовку фахівців з різних спеціальностей. Також у коледжі проводиться багато спортивно-масової роботи з різних видів спорту та проводяться систематичні тренування з даних видів спорту. Автори статті зробили дослідження між двома групами: експериментальною, яка систематично займається різними видами спорту та контрольною, в якій навчаються студенти групи 22-Б-1. Після порівняльного аналізу було визначено, що студенти, які займаються у спортивних секціях коледжу мають вищу фізичну підготовку від студентів, які займаються на заняттях з фізичного виховання.

Проаналізувавши наше дослідження, ми вбачаємо пошук нових ефективних форм та методів проведення тренувальних занять з різних видів спорту, та занять з фізичного виховання в основній групі, які дозволять підвищити ефективність процесу впливу фізичних навантажень та рівня рухової активності на організм студента у нашому навчальному закладі.

Список використаних джерел:

1. Коханець П. П. Взаємозв'язки показників фізичного розвитку, функціональної підготовленості і психофізіологічних характеристик студентів футзалістів 1-го і другого курсів. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2010. №1. С. 74-78
2. Шаповал Є. Ю. Футзал (міні-футбол), як засіб вдосконалення фізичних якостей у студентів факультету фізичного виховання. Редакційна колегія. 2018 №4. С. 145-147.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

3. Головченко Г. Т. (2001р) Формування особистості фахівця засобами фізичного виховання: навч. посібник. Харків: ІВМО «ХК».

4. Лапінський Е. В. (2010). Шляхи розвитку великого чоловічого волейболу в Україні. Сучасна стратегія і інноваційні технології фіз. Вдосконалення студентської молоді. Одеса: Наука і техніка, С.97-98.

5. Пасічник В навчальний посібник Теорія і методика викладання баскетболу Львів 2015р.

6. Настільний теніс: Навчальна програма для ДЮСША, СДЮШОРШВСМ./ Федерація настільного тенісу України. Укл.: Гришко Л.Г. – К., 2000.-86 с.

7. Сірик А.Є., Індик П.М. Бадмінтон: навч.-метод. посіб. Суми: СумДУ, 2017. 111с.

8. Легка атлетика:з методикою викладання:навч. посібник-уклад.:Семенов А.А., Осадченко Т.М., Маєвський М.І., Ільченко С.С.-Умань:ВПЦ»Візаві», 2014.-207с.

9. Гирьовий спорт у ВНЗ:навч. - метод. посіб./Грибан Г.П., Пронтенко К.В. Пронтенков В.В. [та ін.]; за ред. Грибана Г.П. – Житомир: видавництво «Рута», 2014. – 400 с.

Ірина КУЗЬМИН

викладач циклової комісії автоматизації

та комп'ютерно-інтегрованих технологій

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м. Дрогобич, Україна

Надія БАРАНЧУК

голова циклової комісії загальнотехнічних дисциплін

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м. Дрогобич, Україна

Оксана ЦАПІВ

викладач циклової комісії загальнотехнічних дисциплін

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м. Дрогобич, Україна

ОСНОВНІ НЕДОЛІКИ ВИКЛАДАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН ТА МАТЕМАТИКИ. МЕТОДИ ЇХ УСУНЕННЯ

Технічна освіта в українських закладах фахової передвищої освіти перебуває на етапі трансформації, що супроводжується численними викликами у сфері навчання інженерно-графічних дисциплін та математики. Ці напрями є невід'ємною складовою підготовки сучасного спеціаліста, а якісне їх опанування має визначальний вплив на професійне становлення студентів. У статті визначено ключові проблеми навчального процесу та запропоновано шляхи їх вирішення з акцентом на інноваційні методи і цифрові технології.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

1. Невідповідність між змістом дисциплін і потребами міждисциплінарних зав'язків.

Математика та інженерна графіка часто розглядаються ізольовано, що не сприяє формуванню у студентів єдиної науково-технічної картини. Через це виникає складність у перенесенні абстрактних математичних знань на прикладні інженерні ситуації.

Пропозиція: створення інтегрованих курсів, які поєднують аналітичні та графічні компоненти; проєктні роботи, що вимагають одночасного застосування обох типів знань.

2. Застарілі методи викладання без врахування цифрових інструментів. Попри активне впровадження CAD/CAM систем у промисловість, у навчальному процесі переважають традиційні техніки, зокрема ручне креслення та обчислення. Відсутність досвіду роботи з професійними програмами обмежує конкурентоспроможність випускників.

Пропозиція: оновлення навчальних планів із включенням сучасних САПР та математичних програм; підготовка викладачів до використання інноваційного ПЗ.

3. Пасивна роль студентів у процесі навчання.

Нерідко навчання відбувається в односторонньому форматі, де студенти лише споживають інформацію. Такий підхід не формує навичок критичного мислення, самостійного аналізу та творчого підходу до вирішення інженерних завдань.

Пропозиція: активізація освітнього процесу через впровадження методу проєктного навчання, групових кейсів, симуляційних вправ та рефлексивного аналізу.

4. Недостатня адаптація матеріалу під індивідуальні потреби студентів. Стандартизовані завдання та однаковий темп подачі матеріалу не враховують рівень підготовки студентів. Слабші слухачі відчують труднощі з розумінням, тоді як сильні — втрачають мотивацію.

Пропозиція: запровадження адаптивного навчання, індивідуальних траєкторій, візуальних засобів подачі через онлайн-платформи та інтерактивні програми.

5. Скорочення годин на вивчення базових дисциплін.

Інтенсифікація навчальних програм призводить до урізання годин на математику та графіку, що унеможливорює ґрунтовне опанування матеріалу. Здобувачі освіти змушені опановувати складні теми поверхнево.

Пропозиція: впровадження гнучких форм навчання, зокрема відеолекцій, онлайн-курсів і практичних занять у форматі міні-проєктів; використання середовищ Moodle, Google Classroom тощо.

6. Потреба в підвищенні кваліфікації викладачів.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Частина викладачів не володіє сучасними цифровими та методичними інструментами, що гальмує модернізацію освітнього процесу.

Пропозиція: регулярні курси підвищення кваліфікації, створення внутрішніх методичних центрів у закладах освіти, обмін досвідом між колегами та запрошення галузевих експертів до участі в освітніх проєктах.

Висновки: Розв'язання викладених проблем можливе за умови системного перегляду підходів до викладання інженерно-графічних дисциплін та математики. Сучасний фахівець має бути не лише фахівцем у своїй галузі, а й володіти інструментами міждисциплінарного аналізу, цифрової інженерії та критичного мислення. Реформація змісту, методики та технологій викладання має ґрунтуватися на потребах часу та вимогах інноваційної економіки. Враховуючи всі вищевикладені та багато інших недоліків при навчанні студентів, важливо створити такі психолого-педагогічні умови, в яких здобувач освіти може зайняти активну особистісну позицію та у повній мірі проявити себе як суб'єкт навчальної діяльності.

Список використаних джерел:

1. Ковальчук В.І. Методика викладання інженерної графіки: навч. посіб. – Львів: Видавництво ЛНТУ, 2020. – 208 с.
2. Мартинюк О.В. Основи прикладної математики для інженерів: навч. посіб. – Київ: НАУ, 2019. – 256 с.
3. Литвинова С.Г. Цифровізація в освіті: виклики та перспективи // Освітній дискурс. – 2022. – № 3(18). – С. 22–27.
4. Савченко Л.О., Гладкий В.С. Технології активного навчання у вищій технічній школі. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 180 с.
5. Кухаренко В.М. Дистанційне навчання: теорія і практика. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 236 с.

Тетяна ФЕДИШИН,

*викладач циклової комісії фізико-математичних дисциплін
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м. Дрогобич, Україна*

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ПРИ ВИВЧЕННІ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ

Математичний апарат – це комплекс математичних понять, формул, методів, алгоритмів, що використовуються в конкретній сфері науки, які необхідні для успішного її розуміння та роботи в ній. Заглибившись в історію математики, ми розуміємо, що розвиток математичного апарату крокує з

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

виникненням кожної прикладної галузі. Завжди є потреба в розширенні математичних знань, в раціональному обчисленні певних природних змін чи таких, яких створює сам науковець у своїх дослідженнях. Певна галузь математики спочатку розвивається як звичайна, а потім знаходить своє застосування в різних науках.

В коледжі вивчаються багато дисциплін для здобуття фахової передвищої освіти. Жодна з них не може оминати навіть найпростіший математичний апарат. Проаналізуємо такі предмети як електроніка та електротехніка.

Електроніка – наука про поведінку електронів у різних середовищах та пристроях. Вона лежить в основі сучасних технологій: комп'ютерів, смартфонів, побутової техніки, автомобілів. За кожною електронною схемою чи мікросхемою стоїть точна математика, без якої розробка та функціонування електронних пристроїв були б неможливі.

Цифрова електроніка базується на булевій алгебрі – математичній логіці, яка оперує двома станами: 0 чи 1. Ця система, відома всім як двійкова, використовується в комп'ютерах. Для аналізу електричних ланцюгів використовуються системи лінійних рівнянь, способи розв'язування яких вивчаються ще в середній школі, та законів електромагнетизму. В радіоелектроніці та аудіотехніці при роботі із сигналами використовуються тригонометричні функції для опису синусоїдальних сигналів. Перетворення Фур'є дозволяє розкласти складні сигнали на гармоніки, що застосовуються в обробці та фільтрації подання сигналів. У моделях електричних кіл з конденсаторами та індуктивностями застосовуються диференціальні рівняння. Оскільки струм і напруга в таких елементах змінюються з часом. До прикладу, розряд конденсатора описується функцією експоненти $U(t) = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$. Також диференціальні рівняння для конденсатора $I = C \frac{dV}{dt}$, $V = L \frac{dI}{dt}$,

які використовуються для аналізу часової поведінки електронних схем. Аналіз змінного струму базується на комплексних числах. Алгебраїчна форма комплексного числа $c = a + bj$. Часто і зручніше користуватися тригонометричною формою комплексного числа $c = r(\cos\varphi + j\sin\varphi)$.

Електротехніка – наука, що вивчає, проєктує та використовує електричні схеми. Математика займає основну роль на усіх етапах – від теорії та обчислень до практичного застосування.

Компоненти електричних кіл такі, як індуктивність L , ємність C , мають динамічну поведінку, описану також за допомогою диференціальних рівнянь для зміни струму та напруги при зміні часу і застосовуються при моделюванні перехідних процесів у колах. Для спрощення аналізу змінного струму використовуються комплексні числа та поняття комплексної амплітуди. $C_R = R$

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

(імпеданс резистора), $C_R = j\omega L$ (імпеданс індуктивності), $C_C = \frac{1}{j\omega C}$ (імпеданс ємності). З курсу лінійної алгебри матриці є потужним інструментом в електротехніці, що забезпечує зручність, високу точність при аналізі та складанні схем, що потребують розв'язування систем n рівнянь, які неможливо розв'язати без таких методів як матричний чи спосіб Гауса.

Математика – це інструмент, без якого сучасна електроніка та електротехніка існувати не може. Від розрахунків простих кіл до складного комп'ютерного моделювання – все засноване на точних математичних методах. Її знання дозволяє фаховому спеціалісту ефективно проєктувати, аналізувати та оптимізувати електричні схеми. Моя мета – поділитись своїми знаннями та навиками математичних апаратів, які здобувачі освіти продуктивно застосовуватимуть у теоретичних розрахунках та практичних аспектах свого життя. На допомогу здобувачу освіти завжди пропоную навчально-методичні матеріали, які можна використовувати для дистанційної форми навчання чи для підготовки до самостійних та модульних контрольних робіт.

Список використаних джерел:

1. https://drive.google.com/file/d/1FOgTlKZC9Bqf1yXzxc6DvJ_Un9REe6Cf/view?usp=drive_link
2. <https://drive.google.com/file/d/1ocLoJxiSScAHDu0pJU9RSTqiENQeBOXY/view?usp=sharing>
3. <https://drive.google.com/file/d/1FwQO7zoX6bsIp1znADy2ztTlyZipJK-a/view?usp=sharing>

Вікторія ПІЦЬ,

студентка гр.24-ОВ-1

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Марія ЯНІВ-ЛАЗАР,

викладач циклової комісії суспільно-гуманітарних дисциплін

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Михайло ФЕДИНА,

викладач циклової комісії суспільно-гуманітарних дисциплін

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

м. Дрогобич, Україна

ПРОФЕСІЙНИЙ ТА КОМУНІКАТИВНИЙ АСПЕКТИ КОМПЕТЕНТІСНОГО ПІДХОДУ ЯК ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІНШОМОВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Метою професійної освіти є підготовка кваліфікованого працівника відповідного рівня та профілю, конкурентоспроможного на ринку праці,

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

компетентного, що вільно володіє своєю професією та орієнтується у суміжних галузях, готового до постійного професійного зростання, соціальної та професійної мобільності.

Проблема розвитку професійної компетентності здобувачів освіти обумовлена об'єктивною необхідністю підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних працювати в нових економічних умовах, що змінилися, з урахуванням ринку праці та розвитку міжнародних зв'язків.

Таким чином, поняття «професійна компетентність» - поняття складне, що складається з безлічі компетентностей, кожна з яких включає багато компетенцій. Автори єдині в тому, що формування професійної компетентності відбувається через безпосередній зміст освіти, та через професійні навички, вміння, що формуються у процесі оволодіння основами професії.

У даний час змінилися вимоги, які пред'являються роботодавцями до випускників коледжів немовних спеціальностей у зв'язку з розширенням міжнародного співробітництва в рамках економічної та політичної глобалізації. Крім високого професійного рівня, сучасний фахівець повинен також мати досить високий рівень мовної компетенції для подальшої професійної діяльності.

Розвиток міжнародних зв'язків України з іншими державами та їх якісна зміна, інтернаціоналізація всіх сфер суспільного життя роблять іноземні мови реально затребуваними у практичній та інтелектуальній діяльності людини. Усі ці динамічні явища акцентують місце предмета «іноземна мова за професійним спрямуванням» у системі вищої професійної освіти. Знання іноземної мови стає найважливішою вимогою до фахівців в умовах ринкової економіки та в умовах всесвітньої глобалізації.

Відповідно до концепції модернізації освіти, питання комунікативного навчання іноземної мови, орієнтовані на досягнення практичного результату, набувають особливого значення. Здобуття іншомовної компетентності полягає в оволодінні спілкуванням на іноземній мові, яке дозволяє використовувати його як для задоволення професійних потреб, реалізації особистих контактів, так і подальшого професійного саморозвитку та самовдосконалення.

Іншомовна компетентність є частиною базових компетентностей професійної компетентності і розглядається як відносно самостійний результат професійної підготовки майбутнього спеціаліста та означає володіння іноземною мовою на функціональному рівні. Розвиток іншомовної компетентності дозволяє вирішити наступні професійні завдання фахівця нафтогазового профілю : розуміти правильно і аргументовано формувати свою думку в письмовій формі на іноземній мові; уміти вести діалог загального і

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

професійного характеру; володіння іноземною мовою з можливістю отримання інформації із зарубіжних джерел; бажання до саморозвитку, підвищення своєї кваліфікації та майстерності.

Відповідно до нових вимог до професійної підготовки фахівців у коледжі, можна сказати, що іншомовна компетентність виступає засобом не тільки для спілкування (комунікативна компетентність), а також засобом для здійснення професійної діяльності.

Терміни «комунікативний» і «компетентність» були вперше використані американським лінгвістом Д. Хаймсом (1965 р.). Це поняття було розроблено Д. Хаймсом як альтернативне існування тоді поняттям «ідеальний комунікант» і «лінгвістична компетентність» в теорії структурної лінгвістики. Суть поняття «ідеальний комунікант» полягала у правильному, грамотному, безпомилковому використанні мови. Це поняття було показником досконалості комуніканта, його лінгвістичної компетентності. Вказавши недостатність понять «ідеальний комунікант» і «лінгвістична компетентність» ситуативною обумовленістю, Д. Хаймс увів поняття «комунікативна компетентність». Ідея автора полягає в тому, що для повноцінного спілкування мало просто володіти граматикою та лексикою, але також знати соціальні умови їх використання.

Іншомовна компетентність розглядається як відносно самостійний результат професійної підготовки майбутнього фахівця і означає володіння іноземною мовою на функціональному рівні. Вона визначає рівень володіння іноземною мовою та умінь застосовувати наявні знання на практиці. Іншомовна компетентність розглядається частиною професійної компетентності майбутнього фахівця нафтогазового профілю. Набуття здобувачами освіти іншомовної компетентності полягає в оволодінні спілкуванням іноземною мовою, яке дозволяє використовувати його для задоволення професійних потреб, реалізації особистих ділових контактів та подальшої професійної самоосвіти та самовдосконалення, а також у вирішенні професійних завдань.

Аналіз вимог до підготовки здобувачів освіти з іноземної мови показав, що вони пов'язані насамперед із формуванням та розвитком системи знань, умінь та навичок, які дозволяють бути успішними у майбутній професійній діяльності та у повсякденному житті. Розглянуті компетенції поділяють на загальнокультурні (загальні) і професійні (спеціальні).

До загальних компетенцій відносять ціннісно-сміслову та загальнокультурну компетенцію. Спеціальними компетенціями є професійні, у складі яких ми виокремлюємо навчально-пізнавальну, інформаційну та комунікативну компетенції.

Розглянемо кожну із складових іншомовної компетентності. Ціннісно-смістова компетенція. Пов'язана зі ступенем залучення здобувача освіти до

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

ситуації професійного та особистого самовизначення. Завдання викладача - надати педагогічну підтримку в осмисленні ним нової ролі, цільових установок оволодіння іноземною мовою у майбутній професійній діяльності.

Загальнокультурна компетенція. Пов'язана з мотивованим інтересом до полікультурного світового простору, особливостей національних культур, духовно-моральних основ життя, сімейних, соціальних, суспільних явищ та традицій, стратегій професійної кар'єри тощо, і формується в орієнтованих на це навчальних ситуаціях.

Професійні компетенції. Навчально-пізнавальна компетенція полягає у оволодінні здобувачем освіти якостями самотвочого суб'єкта діяльності, що реалізує свою суб'єктну активність у освоєнні технологій досягнення цілей, аналізу, рефлексії, самооцінки навчально-пізнавальної діяльності, евристичних методів вирішення проблем та передбачає створення відповідних навчальних ситуацій.

Інформаційна компетенція полягає у освоєнні сучасними інформаційними технологіями. Комунікативна компетенція полягає у оволодінні здобувачем освіти ефективними способами соціальної взаємодії, що сприяють його професійній успішності.

Отже, структура іншомовної компетентності спеціаліста нафтогазового профілю складається із сукупності загальних та спеціальних компетенцій. Іншомовна компетентність спеціаліста нафтогазового профілю – це сукупність загальних та спеціальних компетенцій, необхідних для вирішення професійних завдань при володінні іноземною мовою на функціональному рівні. Аналіз та зіставлення дослідницьких позицій у рамках теорії компетентнісного підходу, а також процесів розвитку міжнародних зв'язків, їх якісна зміна, інтернаціоналізації всіх сфер суспільного життя, що є найважливішою вимогою, що пред'являються до фахівців в умовах ринкової економіки та в умовах всесвітньої глобалізації, дозволили дійти висновку про доцільність виділення поняття «іншомовна компетентність» як компоненти професійної компетентності та виду комунікативної компетентності, визначення її змісту та структури.

Список використаних джерел:

1. Антоненко І.І. Формування професійної іншомовної комунікативної компетенції у студентів ВНЗ. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://modernconf.fl.kpi.ua/uk/node/>
2. Бібік Н. М. Компетентністний підхід : рефлексний аналіз застосування / Бібік Н. М. // 36. Наук. Праць «Компетентністний підхід у сучасній освіті і світовий досвід та українські перспективи» / Під заг. Ред. О. В. Овчарук – К. : «Г.І.С.», 2004. – С. 36-39.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

3. Гринюк С.П. Комунікативний підхід та технології його реалізації при формуванні іншомовної комунікативної компетентності студентів / С.П. Гринюк // Наукові записки Міжнародного гуманітарного університету : зб. наук. праць. – Одеса: МГУ, 2019. – Вип. 30. – С. 128-132.

4. Петрова А. І. Формування іншомовної компетентності майбутніх менеджерів зовнішньоекономічної діяльності в процесі фахової підготовки: дис. канд. пед. наук : 13.00.04 / Петрова Анастасія Іванівна. – Вінниця, 2009.

5. Черниш В. В. Навчання іншомовного діалогічного мовлення в аспекті компетентнісного підходу / Валентина Василівна Черниш // Іноземні мови. – 2012. – № 4. – С. 11 – 27.

Ірина СЛИМАКОВСЬКА,

*викладач циклової комісії суспільно-гуманітарних дисциплін
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Дмитро МАЧАЧА,

*студент групи 24-Б-1
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м. Дрогобич, Україна*

ФОРМУВАННЯ ЧИТАЦЬКОЇ КУЛЬТУРИ ЯК СТРАТЕГІЧНОГО КОМПОНЕНТУ НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У ЗДОБУВАЧІВ ЗАКЛАДІВ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

Навчання іноземної мови (ІМ), а саме англійської, як засобу міжкультурної комунікації, формування особистості, готової до міжнаціонального спілкування, знайшло своє відображення у культурній політиці Ради Європи та в концепціях міжкультурного та соціолінгвістичного навчання іноземних мов. Згідно цього, навчання іноземної мови (англійської) повинно забезпечити безпосередній доступ до іншої національної культури, збагатити здобувачів освіти художньо-культурною і художньо-естетичною інформацією. Адже через різноманітність мов для нас відкривається багатство світу і різноманітність того, що ми пізнаємо в ньому, людське буття стає ширше, оскільки мови в чітких і дійових рисах дають нам різні способи мислення і сприймання. Мова завжди втілює в собі своєрідність цілого народу [1]. Тому при вивченні іноземної мови до неї слід підходити не тільки як до засобу комунікації, але і як до засобу прилучення до іншої національної культури, можливості ознайомитись з традиціями, звичаями, повсякденним життям, літературою, історією, цивілізацією народу – носія цієї мови, що й акумулює у собі англomовна художня література, яка є провідною ланкою за умов відсутності іншомовного середовища.

Комплексне вивчення мови і культури є невід’ємним аспектом підготовки з англійської мови здобувачів фахової передвищої освіти. У мові найяскравіше

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

виявляються національні особливості культури. Тут вони відбиваються так виразно, що незнання мови може певною мірою ускладнити доступ до здобутків цієї культури. Водночас слід пам'ятати, що ніколи одномовність не сприяла відкритості людського інтелекту іншим культурам. Мова, одночасно з призначенням бути засобом спілкування, накопичує і зберігає інформацію про осягнений світ і дійсність. Таким чином, оволодіння ІМ (англійською) здобувачами закладів фахової передвищої освіти (ЗФПО) нерозривно пов'язано з оволодінням іншомовною культурою, яка передбачає не тільки засвоєння культурологічних знань, а й формування здібності й готовності зрозуміти і прийняти культуру носіїв мови, що вивчається [4].

З огляду на це, одним із найважливіших видів комунікативно-пізнавальної діяльності є читання, бо культура значною мірою залежить від вміння розуміти літературу, яка справляє естетичний вплив на читача, стимулюючи його творчу здатність пізнавати дійсність, зображену в тексті, що спонукає його до самостійних суджень і висновків, дає можливість для розвитку світогляду, стає орієнтиром у складному процесі самопізнання.

Читання ІМ (англійською) як комунікативне вміння та засіб спілкування є розповсюдженим способом іншомовної комунікації, яким здобувачі освіти мають оволодіти під час навчання у ЗФПО. За умови оволодіння ІМ (англійською) поза межами вторинної мовної спільноти, зростає роль рецептивних видів мовленнєвої діяльності, а саме англomовного читання, оскільки він певною мірою відображає мовне середовище. Читання відіграє провідну роль у пізнанні іншої культурної дійсності, у формуванні позитивного ставлення до країни, мова якої вивчається. Уміння читати надає можливість здобувачам ЗФПО у своїй подальшій діяльності користуватися іншомовною літературою для пошуку інформації за фахом чи інформації, яка цікавить для задоволення своїх читацьких чи творчих потреб, удосконалення умінь усного мовлення та ін. У такому аспекті актуалізується важливість формування культури читання як стратегічного аспекту роботи з англomовною літературою та продуктивного використання отриманої інформації.

Формування культури читання у здобувачів ЗФПО, передбачає вміння орієнтуватися у джерелах інформації, користуватися різними стратегіями читання, адекватно розуміти прочитане, сортувати інформацію з точки зору її важливості, першочергову чи другорядну інформацію, критично оцінювати одержані знання, робити висновки й узагальнення. Невід'ємною складовою культури читання є оволодіння "стратегією розуміння", що передбачає не лише вільне використання ІМ (англійської) як структурної системи знань, але і ряд специфічних умінь та навичок, які охоплюють знання національної культури і вміння спілкуватись для досягнення взаєморозуміння [3]. Як визначає О.О.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Ісаєва, читацька культура, постає як складова частина загальної культури особистості, комплекс знань, умінь і почуттів читача, що передбачає свідомий вибір тематики читання, його системність з метою повноцінного і глибокого сприйняття та засвоєння літературного тексту. Читацька культура – це сукупність знань, умінь та почуттів читача, які дозволяють йому повноцінно та самостійно засвоювати художню літературу [2]. Вона проявляється у процесі роботи з англomовною літературою, що сприяє повноті сприйняття, інтерпретування та оцінки прочитаного. Долучаючись до англomовної літератури, де реконструйовано мовне середовище, здобувачі освіти одночасно акумулюють мовні та культурні знання, формують читацьку культуру, яка є стратегічним компонентом навчання ІМ (англійської) у цілому. З огляду на вищевикладене, важливості набувають поради Д.Кейлі щодо розвитку вміння адаптуватись до нової культури, а саме:

- бути обережними (не вважати, що завжди добре розуміємо навколишню дійсність);
- вчити та використовувати іноземну мову (для виявлення поваги до народу і його культури, який обов'язково оцінить ці зусилля);
- не поспішати висувати судження (розгляд явищ та речей притаманних іншій культурі в аспекті “добре” / “погано”, може виявитись перешкодою в розумінні даної культури);
- вміти поставити себе на місце іншого, співпереживати;
- пам'ятати про те, що у різних культурах до однієї ситуації ставляться по-різному;
- перевіряти значення (при відмінності моделей спілкування в культурах важливо перевіряти, переформувати для усвідомлення використання значення);
- брати участь у всьому (прагнути долучитись до культури, традицій, життя людей країни, мова якої вивчається) [5].

Таким чином, в умовах відсутності англomовного середовища особливо актуальним, на нашу думку, стає читання англomовних творів, які є провідною ланкою у формуванні читацької культури, як стратегічного компоненту навчання ІМ (англійської) здобувачів освіти. Це передбачає культурне насичення особистості соціокультурними знаннями та цінностями, що є необхідною умовою успішної реалізації сучасних цілей і завдань навчання ІМ (англійської). Читацька культура сприяє збагаченню життєвим і читацьким досвідом, виховує естетичний і художній смак, моральні уявлення, погляди, формує образне та творче мислення засобами англomовної літератури як фрагменту національної культури, де міститься інформація про історичні, політичні, економічні, соціокультурні процеси сучасного англomовного суспільства, відображається специфіка світосприйняття, світогляду носіїв мови

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

– представників іншої культури. Таким чином, формування читацької культури як стратегічного компонента навчання ІМ (англійської) здобувачів ЗФПО набуває вагомого значення, бо акумулюється комплекс знань, навичок та вмінь для подальшого продуктивного використання у процесі професійної діяльності та досягнення взаєморозуміння.

Список використаних джерел:

1. Загальноєвропейські Рекомендації з мовної освіти : вивчення, викладання, оцінювання / Наук. ред. С. Ю. Ніколаєва. – К. : Ленвіт, 2003. – 273 с.
2. Ісаєва О.О. Теорія і технологія розвитку читацької діяльності старшокласників у процесі вивчення зарубіжної літератури: Автореферат дисертації доктора пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова. – К., 2004. – 41 с.
3. Методика викладання іноземних мов у середніх навчальних закладах / Кол. авторів під керівн. С. Ю. Ніколаєвої. – К. : Ленвіт, 2002. – 328 с.
4. Миропольська Н. Є. Формування художньої культури учнів загальноосвітньої школи засобами мистецтва слова: Автореф. д-ра пед. наук - К., 2003. – 36с.
5. Kealey, Daniel J. Cultural Shock: A Barrier of Success Overseas? // People in Development Inc., 1992. – P. 4.

Галина ДІДУХ,

викладач циклової комісії суспільно-гуманітарних дисциплін

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

Василь ПАСІЧНИК,

здобувач освіти I курсу спеціальності 174 «Автоматизація комп'ютерно-

інтегровані технології та робототехніка»

КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»

ЦЕРКВА СВЯТОГО ЮРА ЯК ДУХОВНИЙ І КУЛЬТУРНИЙ СИМВОЛ ДРОГОБИЧА

Церква святого Юра в Дрогобичі — одна з найвизначніших пам'яток української дерев'яної архітектури, що втілює багатовікову духовну та культурну традицію народу. Це не просто храм, а справжній символ мистецтва карпатських теслярів, який поєднує в собі естетичну досконалість, глибоку релігійну символіку та історичну цінність. У 2013 році Церкву святого Юра було занесено до Списку Світової спадщини ЮНЕСКО в межах номінації «Дерев'яні церкви Карпатського регіону Польщі та України», що підкреслює її міжнародне значення та необхідність збереження для майбутніх поколінь.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Як унікальний зразок бойківського архітектурного стилю, храм вражає гармонійними пропорціями, складною конструкцією, а також багатим внутрішнім оздобленням, зокрема іконостасом XVII століття. Водночас церква є свідком численних історичних подій, носієм локальної ідентичності й об'єктом для наукових досліджень у сферах архітектури, мистецтва та історії.

Метою цієї дослідницької роботи є ґрунтовне вивчення історії, архітектурних особливостей та етапів реконструкції Церкви святого Юра в Дрогобичі, а також усвідомлення її значення в контексті національної та світової культурної спадщини.

Якщо заглибитись в історію церкви Святого Юра, то варто зазначити, що сьогодення споруда була не першою на місці нині існуючого храму. Відомо, що до пожежі 1499 р. тут вже існувала дерев'яна церква. Можливо, саме пожежа стала причиною перебудови церкви у 1657 р. У реєстрі георгієвського братства (піклувальників церкви) від 15 квітня 1657 р. повідомляється, що церква була зруйнована з усім, що в ній зберігалось. І хоч причина знищення церкви не вказується, однак не складно зробити висновок, що такою руйнівною силою була пожежа.

За час існування храм неодноразово піддавався перебудовам, а остаточну форму, доступну сучасним туристам, церкві надав відомий дрогобицький майстер Григорій Тесля.

Побудована більше п'яти сотень років тому, Святоюрська церква була зовсім маленькою і досить швидко перестала вміщати всіх місцевих жителів, внаслідок чого в XVII столітті з прикарпатського села Надіїв привезли дерев'яну церкву, за рахунок якої храм був істотно розширено. Примітно, що церква була не куплена, а виміняна на сіль, яку видобували в той час у Дрогобичі.

Уже в Дрогобичі святиню кілька разів перебудовували. Найзначніша реконструкція відбулася у XVII столітті, коли церква набула сучасного вигляду з трьома зрубами, розвиненим бабинцем, центральною банею та оздобленим інтер'єром.

Також цікавим фактом про церкву є те, що вона була збудована без єдиного залізного цвяха. Майстри використовували дерев'яні кілки, замки, «ластівчин хвіст», шипи та інші традиційні з'єднання, що забезпечували міцність і довговічність конструкції.

У 1974–1975 роках проведено реставрацію храму, після чого в 1982 році його передано під відділ пам'яток дерев'яної архітектури музею «Дрогобиччина».

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

З 2015 року розпочато масштабну реставрацію церкви після її включення до списку ЮНЕСКО в 2013 році. Відтоді здійснено відновлення хрестів бань, протипожежну обробку дерев'яних конструкцій, встановлено нові системи блискавкозахисту та електромережі, благоустрій території, реставрацію стінописів, підвалин дзвіниці та несучих конструкцій зовнішніх стін. У 2022 році реставрацію призупинено через повномасштабну війну та брак фінансування.

У жовтні 2024 року у Києво-Печерській лаврі представлено відреставрований іконостас XVII століття з церкви Святого Юра. Реставрація тривала чотири роки, під час якої фахівці провели хіміко-технологічні та рентгенологічні дослідження, виявили первісний фарбовий шар та поліхромію. Завдяки цим зусиллям церква Святого Юра зберігає свій автентичний вигляд та залишається важливим осередком духовного та культурного життя Дрогобича.

Дрогобицька церква святого Юрія є діючим храмом, богослужіння в якому відбуваються переважно у великі християнські свята. Це робить її важливим місцем для місцевої громади, де віряни можуть брати участь у богослужіннях та релігійних обрядах.

Церква є не лише місцем молитви, але й символом глибокої духовності та багатовікової історії Дрогобиччини. Її старовинні розписи та іконостас створюють особливу атмосферу, що надихає вірян. Як давній храм, церква святого Юрія сприяє збереженню та передачі наступним поколінням місцевих релігійних традицій та обрядів. Церква святого Юрія є одним з найцінніших зразків галицької дерев'яної архітектури кінця XV – початку XVI століть. Її унікальна структура, різьблення та розписи роблять її перлиною сакрального мистецтва України.

Сьогодні церква є частиною музейного комплексу «Дрогобиччина». Її відвідують туристи та дослідники для ознайомлення з унікальною архітектурою та мистецтвом. Розписи церкви, зокрема найдавніший приклад української іконографії Акафіста Христа, є цінним джерелом для вивчення історії, культури та релігійного життя регіону.

Церква Святого Юра в Дрогобичі – визначна пам'ятка української дерев'яної архітектури, що є втіленням багатовікової духовної та культурної спадщини. Протягом століть вона переживала численні етапи змін, реставрацій, проте зберегла свою автентичність та духовну велич. Включення до Списку Світової спадщини ЮНЕСКО підкреслює її міжнародне значення.

Історія Церкви Святого Юра тісно переплетена з розвитком міста Дрогобича, релігійним життям громади та національною ідентичністю. Храм і надалі виконує важливу духовну, культурну та просвітницьку функцію.

Список використаних джерел:

1. Міляєва Л., Рішняк О., Садова-Мандюк О. Церква св. Юра в Дрогобичі. Архітектура, малярство, реставрація. — Київ: 2019. Комплексне дослідження архітектури, настінного живопису та реставраційних процесів храму.
2. Скоп Л. Церква Святого Юра. XV–XVII ст., Дрогобич. — Дрогобич: Коло, 2012. Опис архітектурних особливостей та історичних змін храму з ілюстраціями.
3. Міляєва Л. Розписи восьмерика і бані нави церкви Святого Георгія (Юра) в Дрогобичі. — Етнологія, 2010, №4. Аналіз настінних розписів та їх реставрації.
4. Церква Святого Юрія в Дрогобичі : ілюстрований нарис-проспект історії та мистецтва храму й парафії / упоряд. і авт. тексту Леонід Тимошенко. — Дрогобич : ТРЕК-ЛТД, 2016. — 61, [22] с. : іл.
5. Сакральний живопис Церкви Святого Юра в Дрогобичі: символіка візуальних образів.— [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.aphnjournal.in.ua/archive/74_2024/part_1/6.pdf<https://sacredartlviv.org.ua/tserkva/drogobych-yuriya.html>
6. Сакральна спадщина Львівщини. Церква Святого Юрія. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://inside-ua.com/places/tserkva-sviatoho-yura-drohobych>
7. Церква Святого Юра. Історія Церкви. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://anga.ua/sights/sobor_sviatoho_yura.html
8. Церква Святого Юра, Дрогобич. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://karpaty.rocks/cerkva-svyatogo-yura-drogobich>

Ольга ПІДЦЕРКОВНА,

*заступник директора з виховної роботи,
викладач циклової комісії суспільно-гуманітарних дисциплін,
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»*

Ірина БОГДАН,

*здобувач освіти 1 курсу спеціальності 051 «Економіка»
КЗ ЛОР «Дрогобицький фаховий коледж нафти і газу»
м.Дрогобич, Україна*

УРОКИ МИНУЛОГО І ДЗЕРКАЛО СУЧАСНОСТІ

(роздуми під час вивчення творів Івана Багряного на заняттях з української літератури)

...Вирячивши вогненні очі, дихаючи полум'ям і димом, потрясаючи ревом пустелі і нетрі і вогненным хвостом замітаючи слід, летів дракон.

Іван Багряний, «Тигролови»

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

У своїй статті автори хочуть торкнутися болючої, але надзвичайно важливої сторінки нашої історії — періоду радянської окупації України у XX столітті. Це час глибоких трагедій, які стали наслідком цілеспрямованої політики знищення української нації з боку тоталітарного режиму.

Цей період став для України часом глибоких трагедій, спричинених насильницькою політикою радянського режиму. Після примусового приєднання українських земель до СРСР український народ зазнав системного нищення національної ідентичності, голоду, репресій та депортацій.

У 1932–1933 роках український народ пережив одну з найбільших гуманітарних катастроф XX століття — Голодомор, штучно створений радянською владою. Мільйони українців загинули через масову конфіскацію продовольства, ізоляцію сіл і заборону виїзду в пошуках їжі. Голод став знаряддям покарання за прагнення до свободи й опору колективізації.

Паралельно із фізичним знищенням, відбувалося і знищення духовне: ліквідація української інтелігенції, репресії проти митців, освітян, науковців, священників. Будь-яке прагнення зберегти українську мову, культуру, традиції — переслідувалося як ворожа діяльність.

Початок Другої світової війни та радянська окупація Західної України у 1939 році після пакту Молотова-Ріббентропа ознаменувалися новою хвилею репресій, арештів, депортацій до Сибіру. Тисячі українців були позбавлені домівок, зазнали катувань чи розстрілів. Радянський режим боровся не лише з ідеологічними ворогами, а й з усіма проявами української самосвідомості.

Та попри це — народ не скорився. Виникає і посилюється український визвольний рух. Боротьба ОУН і УПА за вільну Україну є прикладом неймовірного героїзму, який і досі залишається символом нашої незламності.

А тепер звернемо вашу увагу на постать, яка в українській історії й культурі символізує силу духу, незламність і безкомпромісну боротьбу за національну гідність. Це — Іван Багряний.

Народжений у 1906 році на Сумщині, Іван Багряний із юнацьких років відчув, що значить бути українцем у системі, яка прагне стерти твою мову, культуру і свідомість. Його перші вірші й публіцистика — це вже тоді голос протесту проти тоталітарної влади, яка придушувала все українське.

У 1932 році Багряного заарештували. Його було кинуто до ГУЛАГу — на Далекий Схід, у табори. Але навіть за колючим дротом він не зламався. Більше того — досвід таборів ліг в основу його відомих творів: «Сад Гетсиманський» та «Тигролови». Це не просто романи — це крик душі, це викриття злочинної суті радянського режиму.

Під час Другої світової війни Іван Багряний опинився в еміграції — і саме там, у вільному світі, він продовжив боротьбу. У 1946 році він написав

пам'ятний твір «Чому я не хочу вертатися до СРСР?», який став голосом тисяч українських біженців. Він не мовчав — він писав, виступав, створював партію, редагував журнали. Його слово було його зброєю.

Його творчість — це постійне відстоювання права України бути собою. Його герої — це сильні українці, які не скорилися ні таборам, ні допитам, ні зраді. Вони вміють вибирати свободу, навіть якщо ціна — власне життя.

Сьогодні, коли ми знову змушені захищати свою землю, мову і культуру, Багряне слово звучить як ніколи актуально. Він попереджав: ворог ніколи не пробачає українцям свободи. Але він також вірив: свобода обов'язково переможе — якщо ми збережемо свою національну гідність.

Іван Багрянний — це наш сучасник у сенсі ідеї. Це голос українця, який не схилив голови. І наше завдання — берегти його спадщину, передавати її молодим, вчити на його прикладі любити Україну не на словах, а вчинками.

Роздум «Сміливі завжди мають щастя!»

(за мотивами пригодницького роману Івана Багряного «Тигролови»)

Дракон...

Він знову навис над нами, знову намагається зламати нас, знищити, поцупити наше щастя. Але що таке щастя в наш час? Це сім'я за одним столом, запах рідного дому, який не знищила ракета, цвіт яблуні, яку ще не зрубав чужинець. Щастя — це жити. Жити у вільній державі без страху в завтрашньому дні, з думками, чи буде вона взагалі існувати. Поки над нею збираються вороги, щоб роздерти на шматки, забрати все, що є, і волати, начебто вони наші рятівники. Усі потиснуть одне одному руки, підпишуть папери, скроплені нашою кров'ю, а ми залишимося самі зі своїм розбитим щастям.

То що нам робити? Сидіти склавши руки? Чекати, поки хтось прийде і врятує нас? Ні! Ми повинні творити своє майбутнє, кувати своє слово, покласти за це свої, сили, здоров'я та навіть життя. Якщо кожен залишатиметься байдужим, то про яку незалежну країну ми можемо говорити? Наша байдужість запрягає нас у ярмо, веде в могилу. Ніхто не рахуватиметься з країною, яка не має армії або не дбає про неї, яка не захищає свої традиції, мову, віру. Байдужість — вбиває. Ми всі хочемо перемоги, але коли справа доходить до дій, більшість одразу стає «маленькими людьми», які нічого не вирішують. Якщо не вирішуємо ми, то вирішують за нас. У Григорія Многогрішного з твору «Тигролови» було 99 шансів загинути проти 1, але він вистрибнув з потяга смерті. Сьогодні ми також показуємо свою сміливість. 24 лютого нам давали 3 дні, але ми досі стоїмо. Бо у вогні перетоплюється залізо на сталь, а у боротьбі перетворюється народ у націю (Є. Коновалець).

Многогрішного спочатку вигнали з його Батьківщини, затаврували ворогом народу, а згодом він і сам змушений був переховуватися. Як і зараз, мільйони наших людей скитаються по світу. Гнані, пригноблені, без даху над головою, з острахом за майбутнє, без надії на повернення додому. Ми маємо об'єднатися, стати для них тим домом Сірків, що прийняли пораненого хлопця, адже ми – одна країна, цілісний апарат, що не може працювати окремо. Ворог завжди хотів роз'єднати нас. Що тоді, що зараз методи ті самі: терор, репресії, знищення. Ще болючіше, коли розумієш, що автору не довелося нічого вигадувати, він писав це з власного життя, з життя мільйонів простих людей, які просто любили свою землю і бажали працювати на ній. Ешелон з в'язнями, що везуть на каторгу, а також сам потяг-дракон вдало передає всю суть тоталітарного режиму, який знищує людську гідність: «Крізь заграбовані діри дивляться тоскно грона мерехтливих очей людей...», одірваних од рідного краю, замучених і зневажених, Можливо, це злочинці, вбивці, грабіжники? Ні! Це чесні трударі, «державні злодії», суджені за колоски і за всякі «вороги народу», вчені, вчителі, селяни, куркулі і робітники. І в цей самий час, коли більшість країни голодує і надривається від важкої праці, коліями мчить, а радше м'яко котиться в мрійливому вальсі комфортабельний експрес, де є все, чого побажаєш, а думки клієнта вгадуються наперед.

Великий терор не жалів нікого, а під його прицілом найчастіше була саме інтелігенція, адже слово має неймовірно потужну силу. Тому для початку спершу потрібно було виявити їх усіх, прикрившись українізацією, а потім знищити. Таким чином, наша культура втратила невимовно багато. Яким був би наш театр, наша література, якби нам просто дали творити і жити на своїй землі.

Стільки життів покладено за волю, що ми не маємо права забути це і пробачити. Адже ціна свободи висока. Свобода – це ще один прапор на кладовищі, це мільйони замордованих людей, відрізані кінцівки, закривавлені іграшки, розбиті будинки, знищені мрії, втрачені життя. Світ каже примиритись, а у моїх вухах крики закатованих і голосіння матерів, жінок, дітей. Світ каже, що втомився, а перед моїми очима кадри звільнених міст, молода дівчина, що вдягає чорну хустину, мати, яка обіймає труну своєї дитини. Світ каже, що ось ще трохи і буде мир, а ми далі прокидаємося від вибухів і сирен, наші міста знову і знову обстрілюють, люди гинуть. Світ каже, що ми також винні, а я згадую розстріл за слова «Слава Україні», оборону Азовсталі в нелюдських умовах, живцем згорілих в Оленівці, затоплених у Новій Каховці, зґвалтованих у Бучі, насильно вивезених, тих про кого забувають, адже «безвісти зниклий», закатованих, засуджених без суду. Я згадую минуле, бо історія циклічна. Розстріляне відродження, Биківня,

голодомори, розкуркулення, репресії, терор, Сандармох: дві людини – одна куля. Багрянний, який перетерпів тортури завжди носив із собою ціаністий калій, «...як останній захист перед сталінським соціалізмом, перед тою «родиною...». Проте, незважаючи на це все і навіть більше, тому що всіх злочинів не злічити, знаходяться ті, хто сумує за «твердою рукою». Але вони забувають, чим обійшлося це власному народові. Адже шлях звільнення кожної нації густо кропиться кров'ю. Нашою – так само. Кров'ю чужою і своєю. Ворожою і рідною (С. Петлюра).

Бути вільним – це вічна боротьба та ризик. Многогрішний боровся не лише за власне життя, але за право бути на своїй землі. Його вчинки – символ спротиву. Україна зараз, як і протягом своєї історії, доводить і показує, що воля – сильніша за страх, чинячи спротив агресору. Наші захисники також ідуть на великі ризиковані кроки заради перемоги. Саме їхня сміливість змінює хід історії. Змінює світ, який злякався.

Війна змінила наше життя, наш світогляд та цінності. Ми не стоятимемо осторонь, поки наша країна перетворюється на руїни. Цього разу ми не ховаємося в лісах, а сміливо заявляємо про себе. Ми більше не дозволимо топтати себе. Як і Многогрішний, ми кидаємо виклик злу. Його ув'язнювали декілька разів, катували, запхали до божевільні та кинули на вірну смерть драконові, але він вижив. Не лише витримав усе, а й помстився.

Найогиднішим персонажем у цьому творі є майор ОГПУ-НКВД Медвин. У ньому немає ні співчуття, ні краплі милосердя, нічого людського (як і у наших ворогів, хоча хтось досі надіється на протилежне). Він може виправдати будь-яку жорстокість та злочини, прикрившись цитатами про «бдітьність». Нікого не нагадує? Це наче прототип тих самих нелюдів, які «не чіпають цивільних» та «не знущаються над військовополоненими», ті хто виправдовує свою агресію «визволенням від нацистів». Збудувавши кар'єру на кістках і крові, він втратив сон та спокій, але пишався тим, що зробив. Проте й загинув, як боягуз, від помсти свого колишнього в'язня, з якого він не зміг вибити благання ніякими тортурами: «Цей пес відбивав мені печінки, ламав кості, розчавлював мою молодість і намагався подряпати серце, якби дістав. Таких довгих два роки він мене мучив. А потім спровадив до божевільні. І все через те, що я любив свою батьківщину». Такий час, коли влада ненавидить свій народ, коли ти не маєш права голосу і навіть власної думки. Коли лише за любов до батьківщини вішають клеймо ворога народу і відправляють на двадцять п'ять років каторги або одразу розстрілюють. Це повторюється знову і знову. Як і колись, нас знищують просто тому, що ми є. Тисячі полонених під жахливими тортурами, а по коліях знову мчать поїзди-дракони, які вивозять

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

сам цвіт нації в росію, щоб там викорінити з них любов до рідної землі і посіяти ненависть, щоб вони зреклися свого коріння.

Як показує історія, диктатори не вічні і їхні диктатури також. Тоді наш народ зміг вибороти незалежність, а зараз ми маємо її втримати. Якби складно нам не було, навіть якщо ми залишимося одні, ми повинні залишатися сильними. Бо краще вмерти біжучи, аніж жити гниючи. Але нам потрібно боротися і творити заради України. Адже наша країна не є бідна, а століттями грабована своїми і чужинцями. В нас є корисні копалини, вихід до морів, родючі ґрунти, гори, ліси, великі території, освічені люди. Але щоб це працювало, нам потрібні реформи та небайдужі, справжні патріоти.

У своєму творі Іван Багряний застерігає нас від помилок у майбутньому та засуджує тоталітарний режим, а ми сьогодні зневажаємо усю зігниту російську федерацію. Ми повинні пам'ятати, ким ми є і якою є наша історія - залита кров'ю. Ми не можемо забути тих багатовічних страждань, обнятися з катом, який тримає мечу над головою і намагається знищити нас. Якщо ми надалі повторюватимемо помилки минулого, то для чого була така велика жертва? Тоді й на наших руках залишиться кров невинних.

Тому плекаймо, любімо та бережімо свою Україну, її мову, адже це наша зброя. Шануймо захисників та захисниць і пам'ятаймо про їхню жертву. Не забуваймо полеглих, вбитих, закатованих. Викидаймо зі свого життя, а найперше з голови усе російське. Ми повинні вирватися від залежного ярма і стати господарями на своїй землі. Головне ніколи не здаватися, вірити і йти до кінця. Ми віримо в Україну, її силу та воскресіння! Адже сміливі завжди мають щастя!

Слава Україні!
Героям Слава!

Список використаних джерел:

1. Сергійчук В. Як нас морили голодом. — Київ: Видавництво “Україна”, 2016.
2. В'ятрович В. Історія з грифом “Секретно”: Радянські репресії в Україні. — Київ: Центр досліджень визвольного руху, 2011.
3. Супруненко І. Репресії в Україні у 1930–40-х роках: причини, перебіг, наслідки. — Житомир: Полісся, 2014.
4. Багряний І. Сад Гетсиманський. — Київ: А-БА-БА-ГА-ЛА-МА-ГА, 2020.
5. Багряний І. Тигролови. — Харків: Фоліо, 2019.
6. Багряний І. Чому я не хочу вертатися до СРСР? — Мюнхен: УВАН, 1946.
7. Шевченко С. Іван Багряний: життя, боротьба, слово. — Київ: Смолоскип, 2006.

СЕКЦІЯ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

8. Державна служба України з питань мистецтв та культурної спадщини. Матеріали до вшанування пам'яті жертв Голодомору. — Київ, 2023. [Офіційний сайт: <https://dsmsu.gov.ua>]
9. Інститут національної пам'яті України. Освітні матеріали про Голодомор та репресії. — [<https://uinp.gov.ua>]
10. Енциклопедія історії України / НАН України. — Київ: Наукова думка, 2003–2019. [<https://www.history.org.ua>]