

## ЗАТВЕРДЖУЮ



Проректор з науково-педагогічної та  
навчальної роботи Національного  
університету «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка»

Богдан КОРОБКО

2022

## ВИТЯГ

з протоколу № 28-а розширеного засідання  
кафедри нафтогазової інженерії та технологій  
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка» від 28 червня 2022 року

### ПРИСУТНІ:

науково-педагогічні працівники кафедри нафтогазової інженерії та технологій: професор кафедри нафтогазової інженерії та технологій, д.т.н., професор Зезекало І.Г., професор кафедри нафтогазової інженерії та технологій, д.т.н., професор Яремійчук Р.С., професор кафедри нафтогазової інженерії та технологій, д.ф.-м.н., с.н.с. Лубков М.В., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н., доцент Дмитренко В.І., завідувач кафедри нафтогазової інженерії та технологій, професор Цвектовіч Б., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н Педченко Л.О., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н Педченко М.М., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н, доцент Ларцева І.І., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н, с.н.с., Михайловська О.В., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н, доцент Петраш О.В., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н, доцент Петраш Р.В., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н Рой М.М., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н, доцент Нестеренко Т.М., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н Савик В.М., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н. Рубель В.П., ст. викладач кафедри нафтогазової інженерії та технологій Зімін О.Л.;

аспіранти кафедри нафтогазової інженерії та технологій: Педченко Н.М., Мартусь О.В., Мосійчук К.О., Єльченко-Лобовська А.С., Захарчук О.О., Лазєбна Ю.В.;

запрошені: завідувач кафедри буріння та геології д.т.н., професор Винников Ю.Л., доцент кафедри буріння та геології, к.т.н, доцент Харченко М.О., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та

теплоенергетики, д.т.н Кутний Б.А., в.о. директора навчально-наукового інституту нафти і газу, к.т.н., доцент Калюжний А.П., методист відділу аспірантури Гах Н.В..

Голова засідання – професор кафедри нафтогазової інженерії та технологій, д.т.н., професор Яремійчук Р.С..

Секретар засідання – доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н., доцент Ларцева І.І..

## **1. Порядок денний:**

Доповідь аспіранта кафедри нафтогазової інженерії та технологій Педченка Назара Михайловича за матеріалами дисертаційної роботи: «Удосконалення способів розробки газогідратних покладів та контролю за гідратоутворенням», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології».

Науковий керівник професор кафедри нафтогазової інженерії та технологій, д.т.н., професор Зезекало І.Г..

Тему дисертаційної роботи затверджено на засіданні Вченої ради Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» протокол № 6 від 04 грудня 2019 року.

Робота виконана на кафедрі нафтогазової інженерії та технологій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## **2. СЛУХАЛИ:**

**2.1. Доповідь аспіранта кафедри нафтогазової інженерії та технологій Педченка Назара Михайловича за матеріалами дисертаційної роботи: «Удосконалення способів розробки газогідратних покладів та контролю за гідратоутворенням», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології».**

У доповіді обґрунтовано актуальність теми, стан її розробки, наукове та практичне значення, апробацію результатів дослідження. Виділено основні положення дисертаційної роботи, які виносяться на захист, методи дослідження, одержані наукові результати і висновки.

Здобувач відзначив, що у дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і вирішення науково-практичного завдання – підвищення ефективності технології видобування і транспортування газу морських родовищ. Метою роботи є підвищення ефективності розробки морських родовищ газових гідратів шляхом удосконалення технології на основі енергоефективних технологічних рішень і керування техногенним гідратоутворенням. Для досягнення мети були поставлені та вирішені завдання, найбільш вагомими теоретичні та практичні результати яких характеризують наукову новизну.

Відомі на сьогодні методи видобутку газу із газогідраних покладів засновані на принципах традиційної технології видобутку нафти і газу. Однак, традиційні методи створюють значні проблеми, пов'язані з вторинним гідратоутворенням, інженерно-геологічними ускладненнями та низькою ефективністю виробництва. Більшість з цих проблем вирішуються при застосуванні методу псевдозрідження гідратовмісної породи, заснованого на технології гідровидобутку. Дана технологія має беззаперечні перспективи промислового впровадження, однак на даному етапі знаходиться на стадії удосконалення і опрацювання її елементів. Крім того, актуальною проблемою є організація оперативного контролю повторного гідратоутворення в свердловинній продукції вздовж технологічного ланцюга.

За результатами досліджень запропоновано механізм впливу затоплених струменів на природний газовий гідрат в складі гідратовмісної породи. Обґрунтовано механізм видобутку газогідрату із морських покладів без витрати теплової енергії на його плавлення. Він передбачає стимулювання перекристалізації газогідрату унаслідок сумісного впливу затоплених струменів води і супутніх процесів.

Розроблено і обґрунтовано спосіб видобування газового гідрату із його покладів. При цьому запропоновано принцип і обґрунтовано механізм енергоефективного псевдозрідження гідратовмісної породи і початкової сепарації газогідрату, який передбачає: дезінтеграцію породи високонапірним струменем; часткову дисоціацію газогідрату за рахунок теплоти дисипації енергії струменя і вивільнення у результаті цього породних включень; повторне гідратоутворення після виходу газу із зони перегріву, але без агломерації з породою. Також обґрунтовано механізм підземної сепарації газогідрату із гідросуміші, який передбачає утворення гірничої виробки, гравітаційне розділення в ній гідросуміші, на осад породи і концентрат газогідрату та його відбір.

Також обґрунтовано спосіб оперативного встановлення параметрів повторної масової кристалізації газогідрату в пластових системах газогідратних родовищ, які піддались дисоціації, але, як мінімум, не втратили властивість пам'яті гідратних структур. Спосіб реалізовано шляхом встановлення параметрів процесу у момент візуальної ідентифікації появи твердої фази газогідрату на міжфазній поверхні газової бульбашки або місця її виходу з рідини в реакторі в процесі підвищення тиску і/або зниження температури системи. Розроблено конструкцію лабораторної установки для реалізації даного способу. Запропонований спосіб дозволяє отримати об'єктивну інформацію про можливу поведінку даної системи при інтенсивній зміні параметрів у нерівноважних умовах.

Також зафіксовано і теоретично обґрунтовано механізм аномальної стабільності газогідрату при його контактуванні з розчином інгібітору високої концентрації, який полягає в утворенні шару льоду на поверхні кристалів гідрату, що перешкоджає безпосередньому його контакту з інгібітором.

Обґрунтовано спосіб переведення газу морських родовищ у газогідратну форму, який передбачає реалізацію найбільш енергоємного процесу – утворення газового гідрату за енергії – продуктивного пласта і морської води. Запропоновано математичну модель для опису даного процесу.

Природний газ у формі газових гідратів запропоновано зберігати в удосконалених оболонкових газоопорних спорудах. Удосконалення конструкції і способу експлуатації даних споруд полягає у використанні рідких пін у якості термоізоляційного матеріалу. Використання даних гідратосховищ дозволить суттєво підвищити ефективність і конкурентоздатність технології зберігання природного газу у формі газових гідратів.

Розробка вищенаведених положень забезпечила наукову новизну дисертаційного дослідження, яку визначають прикладні результати та висновки. Результати досліджень, викладені в дисертації, відображено в 14 наукових публікаціях, зокрема фахових статтях, статтях у виданнях, які включено до міжнародної наукометричної бази Scopus, патентах України на винаходи і корисні моделі та матеріалах конференцій, наводяться в кінці роботи.

## **2.2. У процесі обговорення здобувачу були поставлені наступні запитання:**

Харченко М.О., к.т.н., доцент: У якому напрямку ви плануєте впроваджувати результати досліджень?

Цвектовіч Б., завідувач кафедри, професор: Які процеси і в яких програмах моделювались в роботі?

Рой М.М., к.т.н., доцент: У чому полягає відмінність чи особливість вашої методики дослідження параметрів гідратоутворення?

Кутний Б.А., д.т.н., доцент: Чому на рис. 20, де наведено моделювання теплообміну, крива має кілька піків?

Рой М.М., к.т.н., доцент: Які вихідні дані ви брали для розрахунку продуктивності видобутку газогідрату?

Ларцева І.І., к.т.н., доцент: Чому ви використали криву розраховану за рівнянням Барера-Стюарта?

Дмитренко В.І., к.т.н., доцент: У яких випадках буде недоцільно використовувати запропонований вами метод встановлення параметрів гідратоутворення?

Ларцева І.І., к.т.н., доцент: Що за результатами ваших досліджень можуть використати у подальшому науковці?

Яремійчук Р.С., д.т.н., професор: Як змінюються властивості газогідрату в діапазоні термобаричних параметрів продуктивного пласта, пристовбурної зони і самої свердловини?

Цвектовіч Б., завідувач кафедри, професор: Які параметри ви фіксували в процесі експериментальних досліджень?

Яремійчук Р.С., д.т.н., професор: Яким способом ви пропонуєте транспортувати видобуту продукцію газогідратних родовищ?

Дмитренко В.І., к.т.н, доцент: Чи проводились експериментальні дослідження, які б моделювали зв'язування природного газу у газогідрат і його зберігання?

Петраш О.В., к.т.н, доцент: Чим відрізняється конструкція розробленої вами лабораторної установки від аналогів?

Винников Ю.Л., д.т.н. професор: Яку наукову задачу ви вирішили?

Дмитренко В.І., к.т.н, доцент: Чи має запропонована вами технологія розробки газогідратних покладів аналоги?

По доповіді було поставлено 15 запитань. На всі питання здобувач дав правильні та ґрунтовні відповіді.

### **2.3. Під час обговорення дисертації виступили:**

**Рецензенти:** доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н., доцент Дмитренко В.І., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, д.т.н. Кутний Б.А., які зазначили, що тема дисертації Педченка Назара Михайловича є актуальною, як з точки зору перспектив освоєння ресурсів природного газу у складі газових гідратів, так і способів встановлення параметрів гідратоутворення в процесі видобутку і підготовки свердловинної продукції.

Науковці відзначили наукову та практичну цінність представлених у дисертації результатів досліджень, логічну послідовність та обґрунтованість при викладенні матеріалу. Дисертаційна робота формує значний доробок автора, який повною мірою відображено в опублікованих за результатами досліджень працях. Висновки є логічним завершенням та узагальненням результатів виконаного дослідження.

Рецензенти наголосили, що дисертація Педченка Назара Михайловича на тему «Удосконалення способів розробки газогідратних покладів та контролю за гідратоутворенням» відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» зі спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» та вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

**Науковий керівник:** д.т.н., професор Зезекало І.Г., даючи характеристику здобувачеві, відмітив здібності Педченка Н.М. до наукової роботи, високий рівень обізнаності з проблеми, що досліджується. Він наголосив на тому, що здобувач має ґрунтовну наукову підготовку, успішно виконав програму навчання в аспірантурі. Результати досліджень у повній мірі висвітлено у публікаціях здобувача. Серед них фахові статті, статті у

виданнях, що входять до наукометричних баз Scopus, патенти України на винаходи і корисні моделі.

Результати досліджень мають суттєву наукову складову, а також значну практичну цінність. Запропонований метод оперативного встановлення параметрів гідратуутворення має велике значення при попередній оцінці характеристик продукції свердловин, які вводиться в експлуатацію, оскільки дозволить оперативно отримати дані для проекту розробки. Також на одному із промислових об'єктів за допомогою розроблених методики досліджень і лабораторної установки було встановлено ефективність інгібітору невідомого складу. Причому, параметри лабораторної установки дозволяють в режимі реального часу контролювати результат і оперативно приймати рішення. На сьогодні в Україні відсутні аналоги даної установки, а по оперативності та простоті і за кордоном. На даний час є зацікавленість багатьох фірм у послугах по оцінці параметрів гідратуутворення продукції свердловин і встановленню ефективності інгібіторів гідратуутворення.

У тій частині дослідження, яка стосується технології видобування газових гідратів на сьогодні неможливо отримати практичного підтвердження. У той же час, здобувачем здійснено достатню кількість моделювань елементів запропонованих технологій. Вони продемонстрували принципову життєздатність даної технології.

Підсумовуючи Зезекало І.Г. відмітив, що Педченко Н.М. роботу над дисертацією завершив вчасно, представлена робота є завершеною дисертацією за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія і технології» готовою до захисту і заслуговує на її розгляд разовою спеціалізованою вченою радою для присудження наукового ступеня доктора філософії.

**З оцінкою дисертаційної роботи виступили присутні на засіданні:** доцент кафедри буріння та геології, к.т.н, доцент Харченко М.О., завідувач кафедри буріння та геології д.т.н., професор Винников Ю.Л., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, д.т.н Кутний Б.А., професор кафедри нафтогазової інженерії та технологій, д.т.н., професор Яремійчук Р.С., доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н., доцент Дмитренко В.І., завідувач кафедри нафтогазової інженерії та технологій, професор Цвектовіч Б., професор кафедри нафтогазової інженерії та технологій, д.ф.-м.н., с.н.с. Лубков М.В., доцент кафедри буріння та геології, к.т.н, доцент Харченко М.О., завідувач кафедри буріння та геології д.т.н., професор Винников Ю.Л., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, д.т.н Кутний Б.А..

Науковці відзначили, що тема дисертаційного дослідження Педченка Н.М. щодо підвищення ефективності розробки покладів газових гідратів шляхом удосконалення технології на основі енергоефективних технологічних рішень є досить актуальною. Вони відмітили суттєву наукову новизну, важливе практичне значення основних результатів дисертаційної

роботи та звернули увагу на особистий внесок здобувача. І що за своїм науковим рівнем та практичною цінністю дисертаційна робота «Удосконалення способів розробки газогідратних покладів та контролю за гідратоутворенням» відповідає вимогам напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» та порядку присудження ступеня доктора філософії.

**УХВАЛИЛИ:**

## **ВИСНОВОК**

### **про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації**

здобувача третього освітньо-наукового рівня кафедри нафтогазової інженерії та технологій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Педченка Назара Михайловича на тему «Удосконалення способів розробки газогідратних покладів та контролю за гідратоутворенням», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології»

#### **1. Актуальність теми дослідження**

Скорочення запасів видобувних вуглеводнів активізує пошук нових джерел енергії, нових технологій її передачі й акумулювання. У той же час останніми роками спостерігається закономірна тенденція збільшення частки морських родовищ, у тому числі і газових. Проте, розробка морських родовищ загострила низку проблем, таких, наприклад, як попередження техногенного гідратоутворення, значні капіталовкладення, транспортування продукції малих та віддалених родовищ та інші. Поряд з тим, унікальна здатність газів і води при певних термобаричних умовах утворювати газові гідрати не тільки створила значну проблему для нафтогазовидобувної галузі, вирішення якої потребує значних зусиль і ресурсів, але і призвела до утворення колосальних покладів метану у його складі.

Причому, в складі газових гідратів (і перш за все морських) накопичено за різними оцінками від  $10^{15}$  до  $10^{18}$  м<sup>3</sup>, що суттєво перевищує всі запаси вуглецевого палива. Близько 98% покладів газових гідратів зосереджено в Світовому океані. Їх поклади зосереджено в донних відкладах на глибині від 200 до 700 метрів.

Останніми роками спостерігається суттєвий прогрес у розробленні технологій видобування природного газу із покладів газових гідратів. У багатьох економічно розвинених державах світу існують державні програми фінансування даних проектів. Для перевірки різних технологічних підходів до цього часу вже реалізовано кілька проектів дослідно-промислового видобутку газу із газогідратних покладів. Однак, на сьогодні поки що немає

жодного комерційно привабливого і технічно опрацьованого методу (технології) отримання природного газу з родовищ газових гідратів. Причиною тому, перш за все є низька продуктивність видобутку і, значною мірою пов'язана з цим, висока собівартість отриманого газу.

На собівартість продукції морських родовищ також впливають суттєво ускладнені проблемою техногенного гідратуутворення етапи збору, підготовки і транспортування свердловинної продукції. Причому, це стосується як продукції родовищ газових гідратів так і традиційних газових. Аналіз технологічних операцій і комплексу промислового обладнання показує, що значна їх частина прямо чи опосередковано стосується попередження техногенного гідратуутворення.

У зв'язку з цим важливим завданням є глибоке вивчення властивостей газових гідратів, способів попередження гідратуутворення, а також процесів, які відбуваються в пластових системах в умовах гідратуутворення.

У той же час, на сьогодні відомо ряд інноваційних технологій в яких техногенні газові гідрати є проміжним чи цільовим продуктом – так звані газогідратні технології (транспортування і зберігання природного газу у газогідратній формі, газогідратне фракціонування, концентрування за допомогою газових гідратів будь-яких водних розчинів і ін.).

Їх інтеграція до існуючих технологічних ланцюгів може суттєво підвищити ефективність технологій в цілому. Крім того тенденцією розвитку сучасних технологій є підвищення їх ефективності шляхом максимального використання для здійснення операцій енергії альтернативних джерел. Все вищезазначене обґрунтовує актуальність обраної теми дисертаційного дослідження Педченка Н.М. й обумовлює необхідність проведення досліджень направлених на підвищення ефективності технологічних процесів розробки морських родовищ газових гідратів і традиційного газу на основі впровадження енергоефективних технологій і використання альтернативних джерел енергії.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Робота виконувалась на кафедрі нафтогазової інженерії та технологій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» відповідно до НДР МОНМС України «Розробка технології для видобування важковидобувних вуглеводнів (бітуми, високов'язкі нафти, газові гідрати та інші) на основі фізичних та хімічних процесів», ДР №0120U104892 (термін виконання: 2020 – 2024 рр.) де здобувач є виконавцем окремих розділів.

## **3. Наукова новизна отриманих результатів**

1. Вперше запропоновано принцип і обґрунтовано механізм ефективного відділення газогідрату від породи при розробці його покладів способом гідровидобутку, який передбачає: підтримання мінімальної відстані між гідромонітором і фронтом руйнування; дезінтеграцію породи струменем; часткову дисоціацію газогідрату за рахунок теплоти дисипації енергії струменя і вивільнення у результаті цього породних включень; повторне



зв'язування виділеного газу в гідратну форму за межами зони перегріву, але без агломерації з породою.

2. Вперше запропоновано принцип і обґрунтовано механізм геотехнологічного процесу видобутку газогідрату при розробці його покладів способом гідровидобутку, який передбачає: переведення гідратовмісної породи в склад гідросуміші, утворення в процесі гідровидобутку гірничої виробки, гравітаційну сепарацію гідросуміші безпосередньо у виробці, відбір концентрованої на газогідрат гідросуміші із верхньої частини виробки.

3. Теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено спосіб оперативного встановлення параметрів повторної кристалізації газогідрату в пластових системах газогідратних родовищ, які піддались дисоціації, але володіють пам'яттю гідратних структур, заснований на фіксації моменту візуальної ідентифікації твердої фази на поверхні газової бульбашки або місці її виходу з рідини в процесі підвищення тиску в реакторі і зниження температури зразка.

4. Експериментально зафіксовано і вперше теоретично обґрунтовано механізм аномальної стабільності газового гідрату в розчині інгібітору термодинамічної дії високої концентрації, який полягає в утворенні шару льоду на поверхні кристалів гідрату, що перешкоджає безпосередньому їх контакту з інгібітором.

#### **4. Практичне значення отриманих результатів для нафтогазовидобувної галузі.**

1. Розроблено спосіб видобування газового гідрату (патент України на корисну модель №90857, патент України на винахід № 109336) в якому реалізовано геотехнологічні процеси псевдозрідження гідратовмісної породи, утворення тимчасової гірничої виробки, гравітаційної сепарації газогідрату і його газліфтного вилучення.

2. Розроблено спосіб видобування газу із покладів газових гідратів (патент України на корисну модель №137639, патент України на винахід №122631) в якому поєднано переваги технологічних процесів гідровидобутку і термічного впливу.

3. Розроблено метод видобування і транспортування газу морських газових і газогідратних родовищ (патент України на корисну модель № 92206), який передбачає зв'язування видобутого газу у газогідратну форму, а також зберігання і регазифікацію газогідрату за рахунок нетрадиційних джерел енергії.

4. Розроблено методику оперативного лабораторного встановлення параметрів повторного гідратоутворення в пластових системах газогідратних родовищ.

5. Розроблено і виготовлено лабораторну установку для оперативного встановлення параметрів повторного гідратоутворення в пластових системах газогідратних родовищ за розробленою методикою.

6. Запропоновано спосіб і принципову схему енергоефективного процесу переведення газу морських родовищ, для його подальшого

транспортування і зберігання, в склад газогідрату за рахунок альтернативних джерел енергії (пластової енергії і морського середовища).

7. Розроблено і обґрунтовано принципову схему наземного мобільного сховища газових гідратів і спосіб його енергоощадної експлуатації.

8. Результати дисертаційного дослідження, а саме методика оперативної лабораторної оцінки параметрів гідратоутворення використано для встановлення характеристик свердловинної продукції при розробленні заходів по попередженню даного процесу на промисловому об'єкті ТОВ «СЕНС-Д»

9. Результати наукових досліджень упроваджені в навчальний процес при викладанні дисципліни «Альтернативні джерела вуглеводнів та газогідратні технології в нафтогазовій галузі» при підготовці магістрів за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології» кафедри нафтогазової інженерії та технологій НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Розроблене лабораторне обладнання використовується аспірантами і магістрами кафедри нафтогазової інженерії та технологій для проведення досліджень.

**5. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів.** Дисертаційна робота на тему «Удосконалення способів розробки газогідратних покладів та контролю за гідратоутворенням» є самостійно виконаною науковою працею. Наукові положення, результати та висновки дисертації, які виносяться на захист, отримані автором самостійно. Серед них: виконання теоретичної частини роботи, фізичного та математичного моделювання; розроблення лабораторного обладнання, проведення лабораторних досліджень, статистичної обробки результатів досліджень, розробки схемних рішень представлених технологій, апробації основних положень роботи. Основні положення, викладені в дисертації, в повному обсязі висвітлені у друкованих працях. Представлена дисертаційна робота Педченка Н.М. пройшла перевірку на плагіат, що підтверджує оригінальність результатів дослідження здобувача і не містить запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

**6. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача**

1. **Nazar Pedchenko, Yuriy Vynnykov, Larysa Pedchenko and Mykhailo Pedchenko** (2021) Method for determining the starting moment of hydrate formation on the basis of optical effects. *IV International Scientific And Technical Conference "Gas Hydrate Technologies: Global Trends, Challenges And Horizons" (GHT-2020)*, Dnipro, Ukraine, E3S Web Conf. 230, 01003 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123001003> (Scopus)

*Здобувачем обґрунтовано принцип встановлення параметрів гідратоутворення і спосіб реалізації.*

2. **Nazar Pedchenko, Ivan Zezekalo, Larysa Pedchenko and Mykhailo Pedchenko** (2021) Research into phase transformations in reservoir systems

models in the presence of thermodynamic hydrate formation inhibitors of high concentration. *IV International Scientific And Technical Conference "Gas Hydrate Technologies: Global Trends, Challenges And Horizons" (GHT-2020)*, Dnipro, Ukraine, E3S Web Conf. 230, 01003 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123001014> (Scopus)

*Здобувачем запропоновано і обґрунтовано механізм аномальної стабільності газогідрату в розчинах термодинамічних інгібіторів високої концентрації.*

3. Pedchenko, L., Niemchenko, K., **Pedchenko, N.** & Pedchenko, M. (2018). Use of Alternative Energy Sources to Improve the Efficiency of Natural Gas Hydrate Technology for Gas Offshore Deposits Transportation. *Mining of Mineral Deposits*, 12(2), 122-131. <https://doi.org/10.15407/mining12.02.122> (Scopus)

*Здобувачем запропоновано математичну модель процесу зв'язування природного газу в склад гідрату за рахунок енергії продуктивного пласта і морської води.*

4. Pedchenko, L., **Pedchenko, N.**, Manhura, A. & Pedchenko, M. (2019) Development of natural bitumen (bituminous sands) deposits based on the borehole hydro-extraction technology. *Ukrainian School of Mining Engineering, Berdiansk, Ukraine, September 3–7, 2019*. E3S Web Conf. Volume 123 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301036> (Scopus)

*Здобувачем уточнено і деталізовано механізм процесу свердловинного гідровидобутку.*

5. Pedchenko, M.M., Pedchenko, L.O., **Pedchenko, N.M.** (2020) Increase of Thermal Resistance of the Gas-Filled Shell and Pneumatic Building for Use as Natural Gas Storages in Gas-Hydrated Form. In: *Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 73. Springer, Cham P. 701-708 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3\\_69](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_69) [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-42939-3\\_69](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-42939-3_69) (Scopus)

*Здобувачем запропоновано і обґрунтовано доцільність використання рідкої піни у якості термоізоляційного матеріалу газоопорних споруд при їх використанні у якості наземних сховищ газу у газогідратній формі.*

6. **Педченко, Н.М.**, Педченко, Л.О. (2020) Адаптація елементів технології свердловинного гідровидобутку для розробки покладів газових гідратів і природних бітумів. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 1(46), 97-105. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-1-97-105> (фахова)

*Здобувачем запропоновано і обґрунтовано конструктивні особливості видобувної системи гідровидобутку.*

7. **Pedchenko N.** (2022) Development of methods of operative installation of parameters of repeated hydrate formation in layer systems of gas hydrate deposits / Nazar Pedchenko // *Technology audit and production reserves.*, 3 (1 (65)), 55–64. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.259263> (фахова).

8. Abdullah, N., Pedchenko, M., **Pedchenko, N.** (2015) Gas hydrates extraction. *Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво.* 3(45), 317-323.

[https://znp.nupp.edu.ua/files/archive/ua/45\\_2015/40.pdf](https://znp.nupp.edu.ua/files/archive/ua/45_2015/40.pdf)

*Здобувачем обґрунтовано спосіб розробки газогідратних покладів і принципову схему технологічного комплексу.*

9. **Pedchenko N. M.** (2022) Improving the efficiency of the technological complex for the development of marine gas and gas hydrate deposits. *Prospects for developing resource-saving technologies in mineral mining and processing : multi-authored monograph.* - Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 396-415. <https://doi.org/10.31713/m1115>

<http://ep3.nuwm.edu.ua/22951/1/14%20Pedchenko%20N.M.zax.pdf>

10. **Pedchenko.N.M.,** Nesterenko T.M., Pedchenko L.A., Pedchenko M.M. (2019) Improve the efficiency of gas hydrate technology for gas offshore deposits transportation. *Modernization and engineering development of resource-saving technologies in mineral mining and processing. Multi-authored monograph.* – Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 456-475

<http://ds.knu.edu.ua/jspui/handle/123456789/46>

*Здобувачем обґрунтовано механізм використання нетрадиційних джерел енергії для підвищення ефективності розробки морських газових родовищ, запропоновано математичну модель переведення газу у склад гідрату.*

11. **Педченко Н.М.,** Педченко Л.О., Педченко М.М. (2020) *Спосіб видобування газу із покладів газових гідратів.* Патент України на винахід №122631, опубл. 10.12.2020, бюл. № 23/2020.

<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=272818>

*Здобувачем запропоновано механізм псевдозрідження гідратовмісної породи і принципову схему видобувного комплексу.*

12. Педченко Л.О., **Педченко Н.М.,** Педченко М.М (2015) *Спосіб розробки морських газогідратних покладів.* Патент України на винахід №109336, опубл. 10. 08. 2015; Бюл. № 15.

<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=214796>

*Здобувачем запропоновано принцип утворення тимчасової гірничої виробки і гравітаційного збагачення в ній гідросуміші.*

13. Педченко Л.О., **Педченко Н.М.,** Педченко М.М. (2014) *Спосіб видобування і транспортування природного газу газових і газогідратних морських родовищ.* Патент України на корисну модель № 92206, опубл. 11. 08. 2014; Бюл. № 15.

<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=203393>

*Здобувачем запропоновано механізм псевдозрідження гідратовмісної породи і принципову схему видобувного комплексу.*

14. Педченко Л.О., **Педченко Н.М.,** Педченко М.М. (2014) *Спосіб розробки морських газогідратних покладів* Патент України на корисну

модель № 90857. /, № u2014 00540; опубл. 10. 06. 2014; Бюл. № 11, 2014 р. – 6 с.

<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=201458>

*Здобувачем запропоновано принцип утворення тимчасової гірничої виробки і гравітаційного збагачення в ній гідросуміші.*

15. Патент України на корисну модель №137639. Спосіб видобування газу із покладів газових гідратів / Педченко Н.М., Педченко Л.О., Педченко М.М.; № u201905107; опубл. 25.10.2019, бюл. № 20, – 6 с.

<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=262739>

*Здобувачем запропоновано механізм псевдозрідження гідратовмісної породи і принципову схему видобувного комплексу.*

### Список публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. **Педченко Н.М., Педченко Л.О., Педченко М.М** (2021) Особливості протікання фазових перетворень в системі «природний газ – водний розчин інгібітору високої концентрації – газовий гідрат». *Збірник наукових праць XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Академічна й університетська наука: результати та перспективи», 9-10 грудня 2021 року, Полтава: НУПП, 245-250.*

*Здобувачем представлено результати експериментальних досліджень обґрунтовано механізм аномальної стабільності твердої фази в розчинах інгібіторів високої концентрації.*

2. **Педченко М.М., Єльченко-Лобовська А.С., Педченко Н.М., Лаврик І.О.** (2021) Адаптація технології свердловинного гідровидобутку для розробки покладів газових гідратів і природних бітумів. *Збірник наукових праць XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Академічна й університетська наука: результати та перспективи», 9-10 грудня 2021 року Полтава: НУПП, 2021. – 240 – 245 с.*

*Здобувачем запропоновано і обґрунтовано конструктивні особливості видобувної системи гідровидобутку для розробки покладів корисних копалин.*

3. **Pedchenko, L.O., Pedchenko, M.M. & Pedchenko, N.M.** (2022). Application of thermally stable shell gas support structures for storage of natural gas in the form of gas hydrates. *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the III International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 2), Vilnius, Republic of Lithuania: European Scientific Platform, p.14-16.*

<https://doi.org/10.36074/scientia-06.05.2022>

*Здобувачем обґрунтовано доцільність термоізоляції наземних гідратосховищ - газоопорних споруд рідкою піною запропоновано технологію їх експлуатації.*

4. **Педченко Н.М., Зезекало І.Г., Педченко Л.О.** (2019) Використання енергії відновлювальних джерел і властивостей газових гідратів для підвищення ефективності транспортування газу морських родовищ. *Зб. наук.*

*праць XII Міжнар. наук.-практ. конф. «Академічна й університетська наука: результати та перспективи» (6 грудня 2019 р.), Полтава, Національний університет імені Юрія Кондратюка, 230-235.*

*Здобувачем обґрунтовано технологічну схему процесу зв'язування природного газу в склад гідрату за рахунок енергії відновлювальних джерел і запропоновано математичну модель для його опису.*

**5. Педченко Н.М., Зезекало І.Г., Педченко Л.О. (2019)** Керування фазовими перетвореннями в системі «газ – вода – газовий гідрат» для підвищення ефективності розробки морських родовищ. *Зб. наук. праць XII Міжнар. наук.-практ. конф. «Академічна й університетська наука: результати та перспективи» (6 грудня 2019 р.), Полтава, Національний університет імені Юрія Кондратюка, 225-230.*

*Здобувачем запропоновано механізм псевдозрідження гідратовмісної породи, утворення тимчасової гірничої виробки і гравітаційного збагачення в ній гідросуміші.*

**6. Педченко Н.М., Педченко Л.О., Педченко М.М. (2019)** Підвищення термічного опору оболонкових газоопорних споруд і пневматичних будівельних конструкцій для застосування в якості сховищ природного газу у газогідратній формі. *Зб. наук. праць за матеріалами II Міжнар. азербайджансько-української конф. «Building Innovations – 2019», (23 – 24 травня 2019 р.), Полтава, ПолтНТУ, 171-174.*

*Здобувачем запропоновано і обґрунтовано доцільність використання рідкої піни у якості термоізоляційного матеріалу газоопорних споруд при їх використанні у якості наземних сховищ газу у газогідратній формі.*

### **7. Апробація основних результатів дослідження**

XII Міжнародній науково-практичній конференції «Академічна й університетська наука: результати та перспективи», 6 грудня 2019 р., Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка;

XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Академічна й університетська наука: результати та перспективи», 9-10 грудня 2021 року, Полтава, НУПП;

III International Scientific and Theoretical Conference « Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives» May 6, 2022. Vilnius, Republic of Lithuania;

II Міжнародній азербайджансько-українській конференції “Building Innovations– 2019”, 23 – 24 травня 2019 р., Полтава: ПолтНТУ;

4 nd International Scientific and Technical Internet Conference “Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources”. Petroşani, Romania, 2021;

71-74-й наукових конференціях професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

**ВВАЖАТИ**, що дисертаційна робота Педченка Назара Михайловича на тему «Удосконалення способів розробки газогідратних покладів та контролю за гідратоутворенням», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» зі спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології».

**РЕКОМЕНДУВАТИ:**

Дисертаційну роботу «Удосконалення способів розробки газогідратних покладів та контролю за гідратоутворенням», подану Педченком Назаром Михайловичем, на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту.

Висновок прийнято відкритим голосуванням. За затвердження висновку проголосували члени кафедри нафтогазової інженерії та технологій і запрошені. Результати голосування:

- «за» – одноголосно;
- «проти» – немає;
- «утрималися» – немає.

Рішення прийнято одноголосно.

Головуючий:

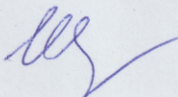
професор кафедри нафтогазової  
інженерії та технологій, д.т.н., професор



Роман ЯРЕМІЙЧУК

Секретар:

доцент кафедри нафтогазової  
інженерії та технологій, к.т.н., доцент



Ірина ЛАРЦЕВА