

## **ВІДГУК**

офіційного опонента Фика Михайла Ілліча

на дисертаційну роботу Воловецького Володимира Богдановича на тему "Розроблення методів і заходів підвищення гідравлічної ефективності трубопроводів систем збирання газу виснажених родовищ", подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології»

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

Більшість родовищ АТ "Укргазвидобування" перебуває на завершальній стадії розробляння, оскільки з них відібрано значні запаси. Проте на кожному родовищі наявні залишкові запаси, які через низькі пластові та робочі тиски важко відбирати. Унаслідок цього відбувається зниження дебітів свердловин і, відповідно, швидкості газового потоку, що призводить до виникнення ускладнень, пов'язаних із накопичуванням рідини на вибої та у понижених ділянках шлейфів і газопроводів. Тому для забезпечення стабільного видобутку на виснажених родовищах застосовують новітні технології, розробляють різнопланові заходи і вживають їх. У зв'язку з цим доцільно забезпечити ефективне експлуатування як свердловин, так і системи збирання та міжпромислового транспортування газу. Це вимагає розв'язати комплекс науково-технічних задач, спрямованих на розроблення нових методів та заходів із видалення рідини як зі свердловин, так і зі шлейфів і міжпромислових газопроводів.

У дисертаційній роботі подано широкий спектр досліджень з підвищення ефективності експлуатування як свердловин газоконденсатних родовищ, так і шлейфів і міжпромислових газопроводів застосуванням піни для видалення рідини.

## **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, їх достовірність**

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, загальних висновків та переліку посилань на літературні джерела, що містить 121 назву. Основний текст, викладений на 230 друкованому аркуші, містить 16 таблиць та 74 рисунки.

У **вступі** подано актуальність теми, її зв'язок з державними планами, мету, завдання і методи дослідження, наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача в отримання наукових результатів, публікації на тему дисертації та структуру роботи

**Перший розділ** присвячено вивченню та аналізуванню вітчизняних та закордонних літературних джерел щодо підвищення продуктивності газоконденсатних родовищ під час розробляння їх на виснаження. Розглянуто шляхи підвищення гідравлічної ефективності трубопроводів системи збирання та підготовляння газу. Конкретизовано мету роботи і подано основні завдання дослідження.

**В другому розділі** розглянуто питання дослідження впливу рідинних забруднень на газодинамічні процеси. Визначено основні чинники, що негативно впливають на коефіцієнт гідравлічної ефективності. Для прогнозування гідратуутворювання у системах збирання та підготовляння газу запропоновано використовувати технології штучного інтелекту. Запропоновано спосіб руйнування піни в системі збирання і підготовляння газу. Досліджено ефективність руйнування піни подаванням стабільного вуглеводневого конденсату в газорідинний потік. Для підвищення ефективності руйнування піни стабільним вуглеводневим конденсатом розроблено пристрій. Також розглянуто важливу проблему, зокрема освоювання свердловин газоконденсатних родовищ піною.

У **третьому розділі** подано результати експериментальних досліджень ефективності застосування пін для підвищення гідравлічних характеристик системи збирання та підготовляння газу. Лабораторно досліджено піновітвірні властивості ПАР "Стінол-НГ", "Савінол", "Сульфанола" та "Сольпен-10Т".

Досліджено процес очищення трубопроводів від рідинних забруднень піною на експериментальному стенді. Установлено, що ефективність очищення трубопроводу підвищується в разі зростання кратності піни. Методом математичного планування експерименту досліджено залежність ефективності очищення внутрішньої порожнини трубопроводу від об'ємної витрати повітря, кратності піни та геометричного нахилу трубопроводу до горизонту.

**Четвертий розділ** містить промислову апробацію очищення свердловин та трубопроводів системи збирання і підготовляння газу виснажених родовищ.

Промислово досліджено ефективність використання піни середньої кратності для видалення рідини як зі свердловин, так і під час очищення шлейфів. Промислово досліджено ефективність застосування різних методів для очищення внутрішньої порожнини міжпромислових газопроводів, зокрема: подаванням розчину ПАР, створенням швидкісного газового потоку, застосуванням піни. За результатами промислових експериментів отримано збільшення дебіту газоконденсатних свердловин на 80 %, підвищення гідравлічної ефективності шлейфів від 7 % до 12 %, а також міжпромислових газопроводів від 2 % до 10,5 %.

### **3. Рівень обґрунтованості наукових результатів дисертації, їхня достовірність й новизна**

Наукова новизна отриманих результатів полягає в поглибленні знань щодо ефективності впровадження розроблених заходів та методів для видалення накопиченої рідини як зі свердловин, так і зі шлейфів і міжпромислових газопроводів. До найвагоміших наукових положень отриманих під час виконання дисертаційної роботи належать такі:

1) набуло подальшого розвитку моделювання залежностей впливу рідинних накопичень у газопроводі на величину гідравлічної ефективності в

умовах міжпромислових трубопроводів з урахуванням нестационарності і неізотермічності газового потоку;

2) уперше на основі моделювання газодинамічних процесів досліджено гідратуутворення в місці встановлення штуцерів регулювальних, розширено наукові знання щодо закономірностей розподілу швидкості, об'ємних часток природного газу та води в цих штуцерах залежно від різного ступеня їх відкривання. Запропоновано використовувати методи штучного інтелекту на базі алгоритмів штучних нейронних мереж для прогнозування процесів утворення гідратів у системах збирання і підготовляння газу;

3) уперше запропоновано метод ефективного очищення транспортованого газорідного потоку від піни, яка утворюється в результаті застосування розчину ПАР. За результатами моделювання газодинамічних процесів встановлено закономірність впливу кількості стабільного вуглеводневого конденсату на ефективність руйнування піни, що дає змогу підвищити надійність експлуатування газопромислового обладнання;

4) удосконалено методи видалення рідини з трубопроводів систем збирання газу із застосуванням пінотворних ПАР, що дає змогу підвищити їхню гідравлічну ефективність.

#### **4. Повнота викладення матеріалу в опублікованих працях**

Отримані наукові результати викладено в опублікованих 26 наукових працях, із них 4 статті у міжнародних наукових журналах, що їх індексують в наукометричній базі даних Scopus; 9 статей у наукових фахових виданнях України, 11 матеріалів та тез доповідей на міжнародних конференціях; 2 патенти на корисну модель. В опублікованих працях розкрито сутність та зміст наукових положень, винесених на захист. Обсяг і стиль викладення матеріалу дають змогу зрозуміти основний зміст дисертації.

## **5. Цінність результатів дисертаційного дослідження для науки і практики**

Цінність отриманих результатів полягає в такому:

1) розроблено методику створення штучної нейронної мережі як алгоритму опрацювання інформації та прогнозування процесів утворення гідратів у системах збирання і підготовки газу;

2) розроблено спосіб видалення рідини з газоконденсатних свердловин та шлейфів установленням комплексу автоматизованого подавання (КАП) розчину ПАР у свердловину та/або шлейф;

3) розроблено спосіб руйнування піни в газорідинному потоці змішуванням його з дегазованою рідиною на максимально можливій відстані від входу в сепаратор, зокрема подаванням стабільного вуглеводневого конденсату.

Підтвердженням актуальності дисертаційної роботи є її зв'язок з науковими програмами за період 2021 – 2022 рр. за темою 26.5001414 "Науковий супровід та аналіз заходів з оптимізації видобутку вуглеводнів із низькодебітних свердловин ГПУ "Шебелинкагазвидобування", що працюють в умовах накопичення рідини"; за темою 26.0000161 "Аналіз експлуатації та науковий супровід заходів з підвищення продуктивності роботи низькодебітних свердловин, що працюють в умовах впливу рідини на родовищах ГПУ "Шебелинкагазвидобування"; за темами 50.5001387 та 50.0000143 "Аналіз розробки та обґрунтування заходів зниження темпів падіння видобутку Шебелинського ГКР".

## **6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності**

У дисертаційній роботі Воловецького В.Б. не виявлено ознак академічного плагіату та інших порушень, що могли б поставити під сумнів самостійний характер виконаного дослідження та дотримання норм академічної доброчесності.

## **7. Відповідність дисертації встановленим вимогам**

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Її написано державною мовою із дотриманням наукового стилю, а її оформлення відповідає вимогам, що ставлять до кваліфікаційних дисертаційних робіт. Структура, зміст, загальний обсяг дисертації та кількість наукових публікацій на тему дисертації відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України, до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Дисертація є результатом науково-дослідної роботи, яку дисертант виконав на належному науково-методичному рівні.

## **8. Зауваження до дисертаційної роботи**

1. У роботі досліджено негативний вплив накопичених рідинних забруднень у газопроводі. Для визначення величини впливу накопичених у понижених ділянках траси газопроводу рідинних забруднень на величину втрати тиску, швидкість потоку було застосовано CFD моделювання газодинамічних процесів. Для порівняння отриманих результатів розрахованих значень втрат тиску, швидкість потоку в газопроводі доцільно використовувати й інші програмні комплекси, що дасть змогу виконати об'єктивне оцінювання.

2. Для виконання CFD моделювання газодинамічних процесів у програмному комплексі ANSYS Fluent 2020 R2 Academic задавались різні вихідні дані, зокрема коефіцієнт еквівалентної шорсткості стінки труби. Доцільно було б виконати газодинамічні розрахунки у разі використання фактичного значення коефіцієнту еквівалентної шорсткості стінки труби досліджуваного газопроводу.

3. За результатами CFD моделювання газодинамічних процесів встановлено, що в разі незначних об'ємів забруднень у внутрішній порожнині газопроводів у місці пониження траси (до  $0,006 \text{ м}^3$ ) вони не чинять значного впливу на втрати тиску. Варто вказати за якою залежністю

змінюються втрати тиску у разі збільшення об'єму рідинних забруднень у пониженій ділянці досліджуваного газопроводу.

4. Слід було б детальніше висвітлити питання про накопичування рідини у декількох понижених ділянках газопроводу, адже від стану забруднень його внутрішньої порожнини залежить обсяг протранспортованого газу та видобуток вуглеводнів.

5. Хоча загалом дисертаційна робота написана грамотною технічною українською мовою, у тексті трапляються граматичні помилки.

Указані зауваження є такими, що не впливають на загальну позитивну характеристику дисертаційної роботи, вони не носять концептуального характеру. Тому їх можна розглядати як побажання і рекомендації в подальшій роботі здобувача.

## **9. Загальний висновок по дисертації**

Дисертаційна робота Воловецького Володимира Богдановича на тему "Розроблення методів і заходів підвищення гідравлічної ефективності трубопроводів систем збирання газу виснажених родовищ" має практичну і наукову цінність. Для одержаних результатів характерно достовірність й обґрунтованість. Їх апробовано на виробництві.

Структура та зміст дистанційної роботи повною мірою розкриває тему наукового дослідження та відповідає спеціальності. Дисертація повністю відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України №44 від 12.01.2022р. «Порядок присудження доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» та наказу Міністерства освіти та науки України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» (із змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31.05.2019).

З огляду на актуальність проблеми та наукову і практичну цінність запропонованого комплексного підходу до розв'язання завдання підвищення

ефективності експлуатування свердловин, шлейфів та міжпромислових газопроводів на виснажених родовищах вважаю, що здобувач Воловецький Володимир Богданович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології» з галузі знань 18 «Виробництво та технології».

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, доцент,  
доцент кафедри видобування нафти,  
газу та конденсату Національного  
технічного університету "Харківський  
політехнічний інститут"



Михайло ФИК

