

Відгук

офіційного опонента Фика Іллі Михайловича на дисертаційну роботу
Подолька Тараса Михайловича на тему
«Удосконалення технології застосування метанолу під час
низькотемпературної підготовки газу»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань
18 «Виробництво та технології»
спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»

Актуальність теми дисертації

Гідратоутворення один з вагомих ускладнюючих факторів при видобуванні природного газу. В світовій і вітчизняній практиці основним засобом хімічного попередження гідратоутворення є метанол. Однак в Україні відсутнє промислове виробництво метанолу. Нині перспективним методом не лише для ліквідації наявних суцільних пробок, а й для ефективного запобігання гідратоутворенню у системах збирання та транспортування газу є використання енергії високочастотних та надвисокочастотних полів. Оскільки на родовищах Східного нафтопромислового регіону України основний обсяг видобутку забезпечується процесами низькотемпературної сепарації, доцільним є дослідження можливості впровадження енергії надвисокочастотного випромінювання в межах цих технологічних схем.

Тому актуальною є головна мета роботи – розробка технології застосування метанолу в процесах низькотемпературної підготовки газу з використанням енергії надвисокочастотного випромінювання.

Відповідно до мети дисертаційної роботи сформульована класична послідовність задач, починаючи із аналізу стану проблеми і закінчуючи промисловим випробуванням, що підтверджує досягнення поставленої мети.

Ступінь достовірності та обґрунтування основних наукових висновків та результатів дисертаційної роботи

У першому розділі на основі аналізу існуючих способів попередження гідратоутворення, технологій використання метанолу, а також теоретичних моделей та експериментальних досліджень впливу надвисокочастотного електромагнітного випромінювання на стабільність газогідратних структур показана доцільність розробки технології застосування метанолу в процесах низькотемпературної підготовки газу з використанням енергії НВЧ-випромінювання, сформульована кінцева мета та послідовність необхідних

досліджень. У цьому розділі доцільно приведена структурна схема досліджень, викладених у дисертації.

У другому розділі на основі розроблених термодинамічних моделей проведено комплексний аналіз фазової поведінки та розподілу метанолу в потоках установок низькотемпературної сепарації (НТС).

Автором розроблені три варіанти комп'ютерних моделей роботи об'єктів підготовки газу з використанням технології НТС на основі наявної технологічної лінії підготовки газу, що експлуатується на Мачухському ГКР: із дроселюванням, турбодетандерним агрегатом та установкою штучного холоду. Важливо, що вибір технологічних схем дозволяє охопити переважну частину систем підготовки газу на газоконденсатних родовищах України.

Заслуговують на увагу отримані закономірності фазового розподілу метанолу в газовій, вуглеводневій та водній фазі та витрат метанолу різних технологічних схем низькотемпературної підготовки газу. Зокрема, підготовка газу низькотемпературною сепарацією із дроселюванням характеризується найвищим рівнем безповоротних втрат метанолу – 56,3% мас. від загального об'єму вприску.

Результати моделювання дозволили визначити ділянку для всіх сценаріїв моделювання з найбільш критичними термобаричними умовами формування гідратів, що дало вихід на впровадження технології високочастотного електромагнітного випромінювання на цій ділянці. Згідно розрахунку прогнозоване зменшення витрат метанолу становить 30 %.

Третій розділ, присвячений дослідженню термодинамічних процесів розкладання газового гідрату надвисокочастотним електромагнітним випромінюванням (НВЧ) усередині сталевого трубопроводу, дослідженню і розробленню конструкції пристрою для мікрохвильового запобігання гідратоутворенню, є центральним у дисертації. В ньому отримані найбільш вагомі наукові досягнення автора.

До них, безумовно, відноситься математична модель процесів синтезу та дисоціації газових гідратів під дією електромагнітного поля в трубопроводі, яка, на відміну від наявних, одночасно враховує динаміку двох протилежних процесів: кінетику синтезу мікрогранул газогідратів у потоці та їх дисоціацію під впливом енергії НВЧ-випромінювання. Модель базується на тепловому балансі міжфазної поверхні гранули, що дозволяє з високою точністю прогнозувати критичний радіус частинки, за якого її ріст припиняється.

За результатами математичного моделювання встановлені основні функціональні залежності розміру гранул та концентрації газогідрату, потужності електромагнітного випромінювача, інтенсивність затухання

електромагнітного випромінювання в трубопроводі від теплофізичних характеристик установки і параметрів газової суміші тощо.

Цікавим для розуміння механізму формування гідратів є факт, що введення в газопровід електромагнітного випромінювання призводить спочатку до сповільнення гідратуутворення, потім до нестійкого стану стабілізації концентрації, а при подальшому збільшенні потужності – до руйнування наявних газових гідратів. На відміну від розрахунків за відсутності руйнівного випромінювання, які показують, що частинки гідрату будь-яких розмірів стрімко зростають, причому, активніше збільшуються частинки малих розмірів, оскільки вони мають більшу загальну площу теплообмінної поверхні.

Для кількісного оцінювання цих процесів автором було отримано апроксимаційну залежність, яка пов'язує потужність ЕМ-випромінювача з концентрацією газових гідратів та максимальним розміром частинок уздовж усієї ділянки газопроводу.

Перспективним для промислового впровадження є новий підхід до постійного контролю за концентрацією газових гідратів у газовому потоці за інтенсивністю затухання надвисокочастотного електромагнітного випромінювання в трубопроводі. Ця залежність може бути застосована для регулювання вихідної потужності магнетрона як для економії енергії, так і для запобігання збільшення концентрації газових гідратів в результаті раптового збільшення кількості гідрату на вході в ділянку газопроводу.

Якісному введенню електромагнітного випромінювання у трубопровід сприяє розроблена на рівні патенту України на корисну модель конструкція ділянки газопроводу з інтегрованою мікрохвильовою технологічною вставкою та системою відбивних елементів, що дозволить досягти максимальної концентрації електромагнітної енергії в газопроводі та запобігти гідратуутворенню в процесах низькотемпературної сепарації газу.

У четвертому розділі описано технологію використання метанолу в процесах низькотемпературної підготовки газу з використанням енергії надвисокочастотного випромінювання, наведено результати дослідно-промислових випробувань запропонованої технології в умовах УППГ «Західні Радченки» та її техніко-економічна ефективність.

Особливістю запропонованої технології є облаштування у лінії низькотемпературної сепарації спеціальної ділянки газопроводу з технологічною вставкою з розташованим на ній мікрохвильовим електромагнітним випромінювачем, антена якого розташована всередині газопроводу. Обґрунтовані основні складники витрат на виготовлення промислового НВЧ-випромінювача. Встановлені технічні обмеження

використання технології за тиском, діаметром трубопроводів і режимом руху фаз.

Промислові випробування супроводжувалися порівняльним аналізом роботи УППГ з використанням НВЧ-випромінювання та без нього. В результаті впевнено підтверджені результати теоретичних і експериментальних досліджень та досягнення мети поставленої в дисертації. Результати випробування дозволили отримати тільки за прямими витратами економію у сумі 111 196,8 грн. Зниження витрат метанолу за період випробувань завдяки впровадженню запропонованої технології становить 22,5 %. Очікуваний річний економічний ефект від впровадження технології для підприємства становить 1 255 857,76 грн.

Роботу завершують **висновки**, які базуються на фактах, отриманих особисто автором. Вони повністю відображують основні положення виконаної роботи.

Найбільш вагомими науковими результатами

До найбільш вагомими наукових положень отриманих автором дисертації слід віднести:

1. Розробку математичної моделі для розрахунку перехідних процесів синтезу й дисоціації гранул газогідрату в умовах дії НВЧ-випромінювання, яка враховує гідродинаміку газового потоку та дозволяє прогнозувати зміну розмірів та концентрації гранул газового гідрату вздовж газопроводу

2. Встановлені нові закономірності гідратоутворення під дією НВЧ-випромінювання у газовому потоці.

3. Обґрунтування використання надвисокочастотного електромагнітного випромінювання в процесах збирання та підготовки газу, що дозволяє одночасно мінімізувати витрати метанолу та забезпечує безгідратний режим роботи УППГ.

Всі заявлені, в тому числі і автором роботи наукові результати в достатній ступені обґрунтовані і підтверджені математичним моделюванням та промисловими дослідженнями, і, безумовно, будуть корисні для дослідників в області гідратоутворення в системах збирання та підготовки природного газу.

Практичне значення дисертаційної роботи

Практичне значення роботи полягає у розробці:

– конструкції пристрою для мікрохвильового запобігання гідратоутворенню в системах низькотемпературної сепарації газу;

–результатів дослідження розподілу метанолу по технологічних потоках установок низькотемпературної сепарації;

–технології використання метанолу в процесах низькотемпературної підготовки газу з використання енергії надвисокочастотного випромінювання.

Практична цінність результатів підтверджена промисловим випробуванням, зафіксованим у відповідному акті.

Повнота викладу результатів дослідження в наукових публікаціях

Основні наукові результати роботи в повному обсязі викладені у 12 наукових працях, серед яких: 4 статей у періодичних виданнях, включених до переліку фахових видань України, у т.ч. 3 статті у періодичних виданнях, що індексовані у базах даних Scopus, 7 публікацій у збірниках матеріалів всеукраїнських і міжнародних науково-практичних конференцій, а також одному патенті на корисну модель. Особистий внесок здобувача у цих публікаціях є суттєвим, що представлено у дисертації. Наукові результати, отримані у дисертаційній роботі, також були апробовані та отримали позитивну оцінку на десяти наукових та науково-практичних заходах, серед них 4 міжнародні конференції.

Академічна доброчесність

При розгляді матеріалів дисертаційного дослідження очевидних ознак порушення автором академічної доброчесності, зокрема випадків оприлюднення, частково або повністю, наукових результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження та/або відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення їх авторства, не виявлено.

Зауваження до дисертації.

До суттєвих на думку опонента недоліків роботи слід віднести:

1. У висновках до другого розділу доцільно конкретизувати перспективні напрями підвищення ефективності використання інгібітора. Зокрема, варто зацентувати увагу на практичному застосуванні отриманих закономірностей фазового розподілу метанолу (в газовій, вуглеводневій та водній фазах) для оптимізації його витрат за технологічними схемами УКПГ.

2. У математичній моделі процесів синтезу та дисоціації газових гідратів під дією електромагнітного поля в трубопроводі бажано було б врахувати ефект коалесценції газогідратів.

3. У тексті роботи зустрічається певна кількість орфографічних та стилістичних помилок.

Вважаю, що вказані зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок

В цілому дисертаційна робота Подоляка Тараса Михайловича є закінченою науково-дослідною роботою, яка направлена на вирішення актуальної проблеми удосконалення технології застосування метанолу в процесах низькотемпературної підготовки газу.

Дисертація має важливе наукове значення, що полягає в отриманні і систематизації ряду закономірностей вперше. Розроблена технологія та технічний засіб апробовані в промислових умовах, технічний засіб підтверджений патентом.

Опубліковані автором наукові праці повністю висвітлюють зміст основних положень дисертації.

Дисертаційна робота Подоляка Тараса Михайловича «Удосконалення технології застосування метанолу під час низькотемпературної підготовки газу» відповідає спеціальності 185 – «Нафтогазова інженерія та технології» та вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) та «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. Здобувач Подоляк Тарас Михайлович, заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 185 – «Нафтогазова інженерія та технології».

Офіційний опонент:

завідувач кафедри видобування нафти,
газу та конденсату Національного
технічного університету «Харківський
політехнічний інститут»,
доктор технічних наук, професор

Ілля ФИК