

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Полтавська
політехніка імені Юрія Кондратюка»
доктору технічних наук, доценту
Кутному Богдану Андрійовичу

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Подоляка Тараса Михайловича
«Удосконалення технології застосування метанолу під час
низькотемпературної підготовки газу»,
галузь знань 18 Виробництво та технології,
спеціальність 185 Нафтогазова інженерія та технології

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню актуальної науково-технічної та прикладної проблеми щодо підвищення ефективності застосування метанолу в процесах низькотемпературної підготовки газу в умовах гідратоутворення за рахунок використання енергії надвисокочастотного (НВЧ) випромінювання.

Актуальність теми

На сьогодні, як справедливо зауважує автор дисертаційного дослідження, завищена фактична витрата метанолу на газодобувних підприємствах (15-20 %) та відсутність промислового виробництва метанолу в Україні викликає зосередження уваги дослідників на удосконалення технології застосування інгібітора.

Позначене має ключове значення для видобувної промисловості України, з огляду на те, що ключовим реагентом для запобігання гідратоутворенню під час підготовки газу залишається метанол, а забезпечення стабільної роботи установок підготовки газу має вирішальне значення для сталого розвитку промислового сектору.

Перехід від загального інгібування до локалізованого НВЧ-впливу в критичних зонах гідратоутворення в системах підготовки вуглеводневої сировини є

оптимальним рішенням, що забезпечить скорочення питомих витрати вартісного та токсичного метанолу, зниження собівартості вуглеводневої продукції та екологічного навантаження на довкілля.

Проте у наявній літературі недостатньо даних про використання енергії електромагнітного (ЕМ) випромінення для запобігання гідратуутворенню в промислових трубопроводах. Дані досліджень не дозволяють зробити висновки про одночасне врахування впливу НВЧ ЕМ випромінення на два протилежні процеси: синтез газогідрату та його дисоціацію. Крім того, бракує наукових досліджень, які б враховували процеси, що відбуваються під час руху газогідратної гранули усередині газопроводу, та дозволяли прогнозувати зміну її розмірів та концентрації газового гідрату вздовж газопроводу.

Вирішення цих важливих завдань є головною метою дисертаційної роботи Подоляка Т.М. Це дослідження спрямоване на підвищення ефективності та екологічної безпеки низькотемпературної підготовки газу, що сприятиме зміцненню енергетичної незалежності України та підвищенню конкурентоспроможності її нафтогазовидобувної галузі. Отже, тема цієї роботи є надзвичайно актуальною та перспективною для подальших наукових розробок у цьому напрямку.

Ступінь достовірності та обґрунтування основних наукових висновків та результатів дисертаційної роботи

У першому розділі автором викладено та проаналізовано основні результати експериментів, отриманих іншими дослідниками з питань, які стосуються завдань, що вирішуються в дисертаційній роботі.

У другому розділі на основі розроблених термодинамічних моделей проведено комплексний аналіз фазової поведінки та розподілу метанолу в потоках трьох технологічних конфігурацій (дросельної, турбодетандерної та з циклом штучного холоду) установок НТС. Для чисельних розрахунків та моделювання різних сценаріїв роботи системи використовувалося програмне забезпечення Aspen HYSYS. Це дозволило детально проаналізувати питомі витрати метанолу та

провести точний розрахунок розподілу метанолу між газовою, водною та конденсатною фазами, які визначають ефективність технології попередження гідратуутворення. Результати цих експериментів підтвердили, що безповоротні втрати метанолу є значними і дорівнюють 46,17-56,3 % за різними схемами. Крім того встановлені суттєві нерівномірності у питомих витратах інгібітору залежно від умов роботи установок. Так, застосування турбодетандерного агрегату в низькотемпературній підготовці газу є найбільш ефективною схемою за витратами метанолу, оскільки втрати інгібітора у 1,6-2 рази менші порівняно зі схемами із дроселюванням та установкою штучного холоду. Одним з найважливіших результатів цієї серії досліджень є встановлення найбільш критичною ділянки гідратуутворення на УКПГ для всіх сценаріїв моделювання, упровадження альтернативних методів впливу на які, дозволить зменшити витрати метанолу на 30%. Результатом експериментів також є вибір технологічної схеми НТС з дросель-ефектом для впровадження технології високочастотного впливу.

У третьому розділі представлено результати розроблення та дослідження запобігання гідратуутворенню у промислових трубопроводах шляхом застосування надвисокочастотного електромагнітного випромінювання.

Автор розробив, обґрунтував, запатентував конструкцію ділянки газопроводу з технологічною вставкою для уникнення гідратуутворення (Патент України на корисну модель № 163245). Вона покликана досягти максимальної концентрації електромагнітної енергії в газопроводі при збереженні стабільної роботи вузлів низькотемпературної сепарації, що дуже суттєво під час низькотемпературної підготовки газу. Виконаний автором аналіз літературних досліджень показав, що спроби виконати такі дослідження були зроблені для руйнування гідратних та парафінових пробок. При удосконаленні технічні засоби такого типу надалі можуть бути перспективними для трубопроводів систем підготовки вуглеводнів.

Безсумнівно, новизною проведеного дослідження є вперше розроблена математична модель для розрахунку перехідних процесів синтезу й дисоціації гранул газогідрату в умовах дії надвисокочастотного електромагнітного

випромінювання, яка враховує гідродинаміку газового потоку та дозволяє прогнозувати зміну розмірів та концентрації гранул газового гідрату вздовж газопроводу. Математична модель реалізована за допомогою авторської програми Pipe3, написаної мовою QBASIC.

Запропонована автором модель дозволяє визначити такі важливі залежності, як зміну радіусу частинок гідрату за відсутності та наявності ЕМ-випромінювання, а також при різній потужності ЕМ-випромінювача. Це в свою чергу дало вихід на розрахунок необхідної потужності випромінювача для руйнування частинок газових гідратів з певним розміром та концентрацією. Автор відмічає необхідність та можливість здійснювати постійний контроль за концентрацією газових гідратів у газовому потоці за інтенсивністю згасання ЕМ-випромінювання в газопроводі. Такий підхід забезпечить як економію енергії, так і запобігання раптового збільшення концентрації газових гідратів.

У четвертому розділі на основі попередніх досліджень запропоновано технологію застосування метанолу в процесах низькотемпературної підготовки газу з використанням енергії надвисокочастотного випромінювання. Промислове впровадження запропонованої технології на УППГ «Західні Радченки» ТОВ «ПРАЙМ-ГАЗ» підтвердили її ефективність: витрати метанолу знизилися на 22,5 %, економічний ефект за період дослідження становить 111 196,8 грн., очікуваний річний економічний ефект – 1 255 857,76 грн. Висока кореляція між теоретичними та експериментальними даними свідчить про обґрунтованість запропонованих рішень та їх потенціал для практичного застосування при підготовці газу.

Висновки за результатами виконання кваліфікаційної роботи узагальнюють отримані в дисертаційному дослідженні результати. Загалом кваліфікаційна робота структурно та змістовно збалансована, а послідовність викладення її положень є логічною і такою, що побудована у відповідності до поставлених задач наукового дослідження.

Найбільш вагомі наукові результати

При виконанні дисертаційної роботи отримано такі наукові результати:

1. Уперше розроблено математичну модель для розрахунку перехідних процесів синтезу й дисоціації гранул газогідрату в умовах дії надвисокочастотного електромагнітного випромінювання, яка враховує гідродинаміку газового потоку та дозволяє прогнозувати зміну розмірів та концентрації гранул газового гідрату вздовж газопроводу.

2. Отримано функціональні залежності розміру гранул і концентрації газогідрату від потужності електромагнітного випромінювання та його інтенсивності згасання в трубопроводі.

3. Вирішено задачу удосконалення технології використання метанолу в процесах низькотемпературної підготовки газу, в якому використанням енергії надвисокочастотного електромагнітного випромінювання забезпечує: стабільну роботу вузлів низькотемпературної сепарації; оперативність корегування характеристик газових гідратів у газового потоку; зменшення енергетичних витрат.

Практичне значення дисертаційної роботи

Розроблено конструкцію пристрою для мікрохвильового запобігання гідратоутворення (патент України на корисну модель № 163245). Використання пристрою дозволяє досягти максимальної концентрації електромагнітної енергії в газопроводі при збереженні стабільної роботи вузлів низькотемпературної сепарації.

Практичну цінність має отримана математична модель синтезу й дисоціації газового гідрату в газопроводі, що дозволяє розраховувати необхідну мінімальну потужність магнетрона для боротьби з гідратоутворенням на конкретному об'єкті, а також розроблена програма Pipe3 для зручності та спрощення застосування математичної моделі.

Матеріали моделювання розподілу метанолу по технологічних потоках установок низькотемпературної сепарації газу використані ТОВ «УКРГАЗПРОЕКТ» під час розроблення проєкту реконструкції Майорівської установки комплексної

підготовки газу (договір № 0099/23 від 06.11.2023).

Запропонована автором технологія застосування метанолу в процесах низькотемпературної підготовки газу з використання енергії надвисокочастотного випромінювання може бути широко використана у роботі газопромислових підприємств України. Результати дисертаційної роботи впроваджено на установці попередньої підготовки газу «Західні Радченки».

Повнота викладу результатів дослідження в наукових публікаціях

За результатами дослідження опубліковано 12 наукових праць, з яких 4 статті в наукових фахових виданнях України (у т.ч. 3 статті в журналах, що індексується у базі даних Scopus), 1 міжнародна публікація, 1 патент України на корисну модель, 7 тез доповідей у матеріалах міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій. Особистий внесок здобувача у ці публікації є суттєвим, що представлено у дисертації. Наукові результати, що отримані у дисертаційній роботі, також були апробовані та отримали позитивну оцінку на семи всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

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

При загальному позитивному оцінюванні наукового і практичного значення отриманих здобувачем результатів, потрібно зазначити наступні дискусійні положення і зауваження до змісту дисертаційної роботи:

1. У розділі 3 недостатньо обґрунтовано, чому для досліджень обрано саме моди H_{11} , E_{01} , H_{01} .

2. У розділі 4 автор вдається до опису загальновідомих методів обрахунку умов гідратуутворення.

3. У роботі не у повній мірі обґрунтовано використання модулю Aspen HYSYS, тобто відсутнє порівняння із іншими продуктами, що дають змогу виконувати подібні дослідження.

4. В тексті дисертації допущена певна кількість орфографічних та стилістичних помилок.

Приведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку представленого наукового дослідження; воно є завершеною самостійною науковою роботою, яка містить нові обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, що мають важливе значення для видобувної галузі.

Загальний висновок

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

Дисертація має важливе наукове значення, що полягає в отриманні і систематизації ряду закономірностей вперше. Дані, які дисертант отримав під час виконання цієї роботи, науково обґрунтовані та впроваджені в практику.

Опубліковані автором наукові праці повністю висвітлюють зміст основних положень дисертації.

Дисертаційна робота відповідає 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 року, а її автор Подоляк Тарас Михайлович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі

знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології».

Рецензент:

доцент кафедри нафтогазової
інженерії та технологій
Національного університету «Полтавська
політехніка імені Юрія Кондратюка»,
кандидат технічних наук, доцент

Михайло ПЕДЧЕНКО