

ВІДГУК
офіційного опонента
на дисертаційну роботу *Карпенка Сергія Володимировича*
**«НОРМАЛІЗАЦІЯ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ШУМУ ТА ВИКИДІВ
ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ
МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ»,**
яка представлена на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – «Екологічна безпека»

1. Актуальність теми дисертації

Газотранспортна система сьогодні відіграє можливу роль в економіці, а компресорні станції магістральних газопроводів є найбільш ефективними засобами транспорту під час транспортування газових енергоресурсів до споживачів.

З огляду на те, що процеси транспортування газу пов'язані з підтриманням достатнього перепаду тисків для забезпечення ефективної швидкості газового потоку, компресорні станції газотранспортних магістралей обладнуються потужними газоперекачувальними агрегатами (ГПА). Основним типом енергоустановок таких агрегатів є газотурбінні установки (ГТУ), які найбільш ефективні для отримання потужностей у 4 МВт і більше.

Разом з тим, споживаючи під час роботи природний газ, газотурбінні установки є джерелом викидів великої кількості забруднюючих речовин, зокрема, оксиду вуглецю, незгорівшого метану та оксидів азоту. Також, впускні і випускні шахти газотурбінної установки разом із іншим обладнанням газоперекачувальних агрегатів компресорної станції є джерелом шумового навантаження. Вказані негативні аспекти використання компресорних станцій магістральних газопроводів є постійно діючими і несуть підвищену екологічну небезпеку для населених пунктів розташованих поблизу.

Експлуатаційні забруднення, що виникають на лопатках осьових компресорів газотурбінних установок, значно знижують їх ефективну потужність, коефіцієнт корисної дії та підвищують експлуатаційну витрату палива і викиди забруднюючих речовин. Це ще більше знижує рівень екологічної безпеки компресорних станцій.

Тому, пропонувані у роботі дослідження технологій очищення від експлуатаційних забруднень лопаток осьових компресорів газотурбінних установок, шуму та викидів забруднюючих речовин компресорними станціями магістральних газопроводів є актуальними.

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

Дисертаційне дослідження виконувалось згідно з планами чотирьох науково-дослідних робіт Національного авіаційного університету, направлені на вирішення наукових проблем, дотичних до теми дослідження.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

До основних наукових положень, що представлені у дисертаційній роботі, відносяться:

1. «Уперше теоретично обґрунтовано та експериментально доведено можливість застосування полідисперсних гранул аморфного льоду для очищення поверхні лопаток осьових компресорів ГТУ від забруднень під час їхнього технічного обслуговування та ремонту».

Доведенням цього положення є викладені у другому розділі дисертації результати дослідження експлуатаційного забруднення і процесів очищення від забруднень лопаток осьового компресора (ОК) ГТУ.

Автором представлено теоретичну модель процесів утворення забруднень на лопатках ОК ГТУ, визначено хімічний склад відкладень, теоретично обґрунтовано та розроблено технологію очищення лопаток ОК з використанням гранул аморфного льоду з огляду на її екологічну безпеку. Також автором проведено експериментальні дослідження ефективності використання розробленої установки для очищення лопаток ОК ГТУ гранулами аморфного льоду, визначено вплив даного методу очищення на ефективну потужність та ККД ГТУ.

В цьому розділі також наведено результати дослідження впливу процедури очищення компресора на параметри температури на виході з турбіни високого тиску та частоти обертання валу турбіни високого тиску, залежність концентрації оксидів азоту у відпрацьованих газах ГТУ від коефіцієнту надміру повітря, вплив напруження ГТУ на сумарні викиди шкідливих речовин.

2. «Уперше розроблено модель обчислення рівнів звуку (рівнів звукового тиску) для шуму від джерел компресорних станцій магістральних газопроводів в умовах реальної неоднорідної атмосфери з урахуванням рефракції звукових променів під час поширення в оточуючому повітрі та реальної місцевості з урахуванням відбиття звукових променів від земної поверхні».

Дане наукове положення відображене у третьому і четвертому розділах, де представлено результати експериментальних досліджень шуму компресорної станції в місті Золотоноша на базі ГПА типу ГТН-25И.

Автором досліджено рівні звуку, що створюють ГПА в цілому та такі її

елементи, як шахти всмоктування та витоку газів, нагнітач та його технологічна обв'язка, турбоблок в індивідуальному укритті.

Під час досліджень було встановлено спектри рівнів звукового тиску різних елементів ГПА та ефект впливу земної поверхні на рівень звукового тиску на різній відстані від ГПА.

На основі отриманих результатів експериментальних досліджень автором здійснено уточнення та перевірку адекватності обчислювальної моделі рівнів звуку для шуму компресорних станцій, що реалізована у програмному забезпеченні NoBel. Уточнена модель дозволяє визначати рівень звукового тиску у контрольних точках на різних відстанях від джерела шуму, що має визначений спектр звукової потужності, з урахуванням поглинання звуку в повітрі, впливу земної поверхні, екранування та рефракції звукових хвиль, звукоізоляції будівлі.

Автором виконано порівняння рівнів звуку на різних відстанях від джерела шуму, розрахованих з використанням уточненої у роботі моделі та інших моделей поширення звуку та експериментальними даними, що свідчить про достатній рівень адекватності уточненої моделі. В результаті досліджень встановлено, що в умовах температурної інверсії атмосфери та низької акустичної жорсткості покриття земної поверхні можливе перевищення нормативних значень рівня шуму на межі охоронної зони компресорної станції.

3. «Удосконалено модель обчислення концентрацій забруднення повітря викидами стаціонарних джерел компресорних станцій шляхом уточнення ефективної висоти джерел викиду за відсутності вертикальної складової швидкості об'єму газів, що витікає з гирла джерела, та спливання газів за рахунок термогравітаційної конвекції у наслідок різниці температур між об'ємом газів, що витікає, та навколишнього повітря».

Дане положення підтверджується теоретичними дослідженнями у розділі п'ятому. Автором виконано порівняльні дослідження розсіювання викидів забруднюючих речовин у повітрі з урахуванням конструктивних особливостей шахт відпрацьованих газів ГТУ, зокрема, висоти та наявності дефлектора захисту від метеопадів, що зумовлює відсутність вертикальної складової швидкості потоку відпрацьованих газів.

З урахуванням цих особливостей випускних шахт ГТУ автором виконано моделювання приземних концентрацій газоподібних забруднюючих речовин у повітрі навколо джерела викиду з використанням відомих моделей якості повітря ADMS-Airport 5.0, AERMOD, LASPORT 2.3, а також вітчизняної моделі PolEmitCa, розробленої у Національному авіаційному університеті, що базується на алгоритмах нормативної методики ОНД-86.

В результаті порівняння встановлено значну відмінність у значеннях концентрацій, отриманих за допомогою моделі PolEmitCa, які у 2-3 рази менші значень, отриманих за допомогою інших моделей внаслідок впливу часу

осереднення концентрацій.

Крім того, встановлено, що ефективна висота спливання газів з шахти ГПА значно перевищує фізичну, насамперед, внаслідок термогравітаційної конвекції через різницю температури відпрацьованих газів і навколишнього повітря. З урахуванням отриманих результатів уточнено алгоритм розрахунку концентрацій забруднюючих речовин у повітрі за нормативною методикою ОНД-86.

В результаті застосування уточненої методики автором визначено можливість перевищення ГДК забруднюючих речовин викидів ГТУ на межі охоронної зони компресорної станції за несприятливих атмосферних умов.

4. «Набуло подальшого розвитку вдосконалення перспективних зразків палива з композицій опалого листя з вугіллям, горючим сланцем і відходами нафтопродуктів, що відпрацювали на ГТУ компресорних станцій магістральних газопроводів».

Це доведено у другому розділі роботи, де наведено фізико-хімічні характеристики синтезованого палива на основі опалого листя та відходів нафтопродуктів. Використання зазначеної технології дозволяє вирішити одразу декілька задач з підвищення екологічної безпеки: безпечна утилізація опалого листя та утилізація відпрацьованих нафтопродуктів, що є відходами. Під час експлуатації ГТУ компресорних станцій магістральних газопроводів.

4. Достовірність і новизна наукових положень, висновків і рекомендацій

Наведені у дисертації математичні моделі описані достатньо повно й здебільшого побудовані на основі доведених класичних законів із застосуванням перевірених математичних інструментів. Адекватність даних математичних моделей підтверджена відповідними експериментами. Розраховані за допомогою математичних моделей результати незначно відрізняються від результатів, отриманих експериментальним шляхом. Це є підтвердженням достовірності положень дисертації.

Висновки дисертаційної роботи наведено у розгорнутих висновках до кожного розділу, а також у 7 загальних висновках дисертаційної роботи. Представлені у роботі висновки відповідають поставленим задачам дисертаційного дослідження, є достовірними і аргументованими. Достовірність висновків і рекомендацій підтверджується використанням апробованих методів наукових досліджень та порівнянням теоретичних і експериментальних результатів досліджень. Встановлені у роботі індекси відповідності за основними моделями та розрахунками складають 80-90 %.

5. Теоретичне й практичне значення дисертації

Отримані Карпенком С.В. основні наукові і практичні результати досліджень є новими, мають наукове й практичне значення.

Розроблено методики оцінювання забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин та шумовим навантаженням від джерел компресорних станцій магістральних трубопроводів з урахуванням атмосферних умов, топографії земної поверхні, конструкції випускних шахт газоперекачувальних агрегатів з уточненням ефективної висоти джерел викидів, які дозволяють обчислювати рівні звукового тиску та концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та обґрунтовувати радіус захисних зон навколо компресорних станцій для забезпечення виконання нормативів шуму та хімічного забруднення повітря на сельбищних територіях.

Обґрунтовано та експериментально доведено можливість застосування полідисперсних гранул аморфного льоду для очищення поверхні лопаток осьових компресорів ГТУ від забруднень під час їхнього технічного обслуговування та ремонту, що дозволить підвищити рівень екологічної безпеки компресорних станцій магістральних газопроводів завдяки підвищенню ефективності та зменшенню викидів шкідливих речовин приводних ГТУ.

Результати дисертаційної роботи впроваджені до подальшого практичного використання на підприємствах суміжних галузей, зокрема, ДП «ЗАВОД 410 ЦА» та ТОВ ПФК «Технополіус».

6. Повнота відображення результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 20 наукових працях, у тому числі: 1 публікація, що індексується у наукометричній базі Scopus; 7 публікацій, в яких опубліковані основні результати дисертації та які належать до наукових фахових видань України; 4 патенти України; 8 публікацій, які засвідчують апробацію дисертації.

Публікації здобувача відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України, а їх кількість достатня для захисту кандидатської дисертації. Основні результати дисертації в повній мірі відображені у публікаціях.

7. Апробація матеріалів дисертації

Основні положення дисертаційної роботи пройшли достатню апробацію, зокрема доповідалися, обговорювалися та отримали позитивні відгуки на 7 міжнародних науково-практичних конференціях.

8. Зауваження та рекомендації по дисертаційній роботі

1. В роботі є посилання на застарілі нормативні документи, зокрема, ГОСТ 29328-92 «Установки газотурбинные для привода турбогенераторов. Общие технические условия» та інші, які втрачають чинність з 01.01.2022 р. Виникає питання доцільності таких посилань.

2. У розділі 2 наведена технологія очищення компресорів ГТУ гранулами аморфного льоду та стверджується, що застосування такої технології дозволить підвищити ефективну потужність та ККД ГТУ після очищення. Бажано було б проаналізувати, як вплинуть на рівень екологічної безпеки процеси отримання рідкого азоту, який використовується для виробництва аморфного льоду.

3. У висновку п'ятому до розділу 2 вказується, що періодичність очищення гранулами аморфного льоду складає 120-150 діб без обґрунтування цього значення.

4. У розділі 3 наводяться результати експериментальних досліджень шуму компресорної станції, однак, відсутні технічні характеристики обладнання, яке для цього використовувалось.

5. На рис. 3.9-3.12 наведено результати проведених експериментальних досліджень шуму компресорної станції. Бажано було б провести аналіз отриманих даних.

6. По тексту розділу 4, зокрема, на рис. 4.3, 4.4, 4.6 та інших зустрічаються позначення OASPL та LA, які ніяк не розшифровуються в дисертації.

7. На с. 160 стверджується про можливість розрахунку концентрацій забруднюючих речовин у повітрі навколо джерела викидів за відсутності даних щодо обсягів таких викидів. Очевидно, що це не так.

8. По тексту розділу 5 йдеться про концентрації оксидів азоту, хоча, як зазначено у розділі 1, під час експлуатації ГТУ мають місце також викиди CO, метану та інших забрудників.

9. Більшість посилань списку використаних літературних джерел відповідають ДСТУ, однак, деякі, зокрема, [17, 39, 41] та інші містять неточності.

9. Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України

Дисертаційна робота Карпенка Сергія Володимировича є завершеною науковою працею, у якій обґрунтовані нові результати, які у сукупності вирішують актуальну науково-технічну задачу підвищення ефективності засобів та методів нормалізації стану довкілля в умовах впливу шуму та викидів забруднюючих речовин від компресорних станцій магістральних газопроводів.

Дисертація виконана відповідно до паспорту наукової спеціальності 21.06.01 – «Екологічна безпека».

Зауваження щодо дисертації, наведені у відгуку, не ставлять під сумнів вихідні наукові положення та результати досліджень.

Дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, що пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор, Карпенко Сергій Володимирович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – «Екологічна безпека».

Офіційний опонент:

Доцент кафедри двигунів і теплотехніки

Національного транспортного університету,

кандидат технічних наук, доцент

М.П. Цюман

ПІДПИС ЗАВІР'ЯЮ
Вчений секретар Національного
Транспортного Університету
проф. М. Давидович

