

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Сарапіна Володимира Павловича

### «УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОДЕТАНДЕРНИХ УСТАНОВОК, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ»,

яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.16 – турбомашини та турбоустановки

#### **Актуальність теми.**

У всьому світі збільшується попит на енергозберігаючі технології в різних галузях, в тому числі і в нафтогазовій промисловості. Перспективним напрямком енергозбереження у газодобувній і газотранспортній системі є застосування турбодетандерних агрегатів. До актуальних проблем можна віднести розробку нових принципів технологічних схем, пов'язаних з підготовкою та транспортуванням газу, удосконалення проточної частини турбодетандерів з урахуванням змінних режимів роботи і реальних властивостей природного газу.

Тому актуальність дисертаційної роботи Сарапіна В.П., яка спрямована на удосконалення експлуатаційних характеристик турбодетандерних установок, що працюють в системах транспорту природного газу, не викликає сумнівів.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами**

Дисертаційна робота виконана у відповідності з енергетичною стратегією України на період до 2030 року (затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України №145-р від 15.03.2006 р.).

Робота є однією із складових комплексу досліджень, проведених в Інституті проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України за бюджетними темами «Збільшення ефективності теплових турбоустановок на основі удосконалення термодинамічних циклів і робочих процесів у проточних частинах» (№ ГР 0113U007656), «Розробка когенераційних

установок малої потужності, які працюють на низькокиплячих робочих тілах» (№ ГР 0114U001442), де автор є виконавцем окремих розділів.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна** підтверджується досить докладним аналізом літератури з розглянутих питань, застосуванням обґрунтованих наукових підходів до аналізу роботи технологічних схем з використанням турбодетандерів, порівнянням і задовільним збігом експлуатаційних даних з результатами чисельного експерименту. Завдання дисертації відповідають об'єкту, предмету, меті і методам дослідження.

### **Наукова новизна**

– вперше запропоновано науковий підхід для вирішення проблеми низькотемпературної сепарації природного газу на газових промислах зі свердловинами різного тиску.

– вперше запропоновано схеми для газорозподільної станції на базі утилізаційної турбодетандерної установки для спільної роботи з повітряною кліматичною системою і для станції зі споживачами газу різного тиску.

– запропоновано новий метод вибору номінальних параметрів турбодетандерного агрегату для газорозподільної станції.

– на підставі комплексних розрахункових досліджень вперше одержано характер впливу геометричних характеристик профілів робочих лопаток турбодетандера на ефективність його роботи на змінних режимах експлуатації.

### **Практичне значення отриманих результатів**

– запропоновано принципові схеми низькотемпературної сепарації природного газу для газового родовища зі свердловинами різного пластового тиску, утилізаційної турбодетандерної установки для спільної роботи з повітряною кліматичною системою і утилізаційної турбодетандерної установки з відборами для споживачів різного тиску;

– розроблено програмний продукт для оптимального вибору номінальних параметрів турбодетандера, який дозволяє отримувати

максимальну кількість електроенергії за рік з урахуванням різних режимів роботи газорозподільної станції;

– з використанням отриманих результатів були розроблені утилізаційні установки для наступних об'єктів: ТЕЦ-4 м. Мінськ (Білорусія), ГРС-1 м. Одеса (Україна), ГРС-1 м. Запоріжжі (Україна), ГРС-1 м. Сєвєродонецьк (Україна), ТЕЦ-2 м. Гомель, (Білорусія), ГРЕС м. Лукомль (Білорусія), ГПУ ГС «Солоха» (Україна) та інші;

– дано рекомендації щодо профілювання робочих лопаток проточної частини турбодетандерів з урахуванням більш ефективної роботи на режимах, відмінних від номінального, для наступних агрегатів: НТДА 2,9-6,9-У1 і НТДА 4,9-6,9-У1 (УНТС НГКР «Кокдумалак», Узбекистан), МТДА 9,0-4,5-У1 (УПБС ГKM «Шуртан», Узбекистан), МТДА 2,9-6,8-У1 (УКПГ «Зеварды» і «Памук», Узбекистан), МТДА 1,2-3,2-МП-У2 (УКПГ «Машівка», Україна), МТДА 0,5-3,8-МП-У2 (УКПГ «Чутове», Україна), МТДА 0,5-4,0-МП-У2 (УКПГ «Східна Полтава», Україна) і для інших;

Розроблені методи та отримані результати досліджень використовуються на підприємстві ПАТ «Турбогаз» (м. Харків, акти впровадження від 12.10.2015 р.), а також у наукових та практичних роботах відділу оптимізації процесів і конструкцій турбомашин Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України (додаток А).

#### **Публікації здобувача**

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 10 наукових працях, з них 5 статей – у наукових фахових виданнях України, із яких 3 входять до наукометричних баз даних, 1 патент України, 4 роботи – матеріали міжнародних наукових конференцій.

#### **Оформлення дисертації**

Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 138 сторінок, з них: 110 сторінок основного тексту, 36 рисунків, 8 таблиць, список використаних джерел з 111 найменувань на 12 сторінках, 3 додатки на 16 сторінках.

Дисертація та автореферат викладено логічно послідовно, структурно грамотно, коректно. Структура і зміст дисертації повністю відповідають меті і завданням дослідження. Структура подання матеріалу в авторефераті відповідає нормативним вимогам. Основні положення дисертації викладені в авторефераті в логічній послідовності, чітко і ясно. Зміст автореферату об'єктивно відображає основні положення дисертації, розбіжностей між суттю дисертації та авторефератом не виявлено.

### **Зауваження по роботі**

1. У висновку третього розділу щодо технологічної схеми низькотемпературної сепарації природного газу не обґрунтовано збільшення видобутку газу на 50% з низьконапірних свердловин.

2. Для запропонованої схеми утилізаційної турбодетандерної установки при спільній роботі з повітряною системою не наведена ефективність її елементів при роботі на режимах у зимовий та літній періоди.

3. Для схеми турбодетандера з відборами (рис. 3.10) не наведено результати розрахунків роботи установки з урахуванням змінних режимів, при цьому відомо, що вона протягом року працює на режимах, що суттєво відрізняються від розрахункового.

4. У 5-му розділі в якості обводів профілів лопаток робочого колеса використовувалися несиметричні краплеподібні профілі з великим радіусом вхідної кромки для забезпечення атако стійкості на змінних режимах роботи, що дало істотний приріст ККД. Однак у розділі наведені тільки рисунки профілів і каналів для робочих коліс. Бажано додати не тільки рисунки ступені, а й привести характеристики решіток краплеподібних профілів.

5. Ускладнення форми профілів не тільки підвищує ККД, але й призведе до зміни технології виготовлення, що вплине на вартість турбодетандера. Було б не зайвим зробити техніко-економічне обґрунтування і оцінити термін окупності.

6. Розрахункові дослідження показали істотний приріст ККД нового варіанту турбодетандера особливо на змінних режимах роботи. Було б більш переконливим, якщо отриманий результат підтвердити експериментально. Це



зауваження можна розглядати як побажання здобувачу в якості подальшого розвитку роботи.

7. Незважаючи на те, що дисертація викладена структурно грамотно і коректно, на сторінках 24, 26, 35, 42 є кілька друкарських помилок.

Зазначені недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

### Висновок

Дисертаційна робота Сарапіна Володимира Павловича «Удосконалення експлуатаційних характеристик турбодетандерних установок, що працюють в системах транспорту природного газу», за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.05.16 - турбомашини та турбоустановки. Вона є закінченою науково-дослідною роботою, в якій вирішена важлива наукова задача та отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати, які є значними для газодобувної і газотранспортної системи України. Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 "Порядку присудження вчених ступенів", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року № 567, а її автор, Сарапін Володимир Павлович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.16 – турбомашини та турбоустановки.

Офіційний опонент:

професор кафедри турбінобудування  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»,  
к.т.н., доцент

*Юдіна*

Ю.А. Юдін

