

ВІДГУК

офіційного опонента **Говдяка Романа Михайловича**
на дисертаційну роботу **Карпаша Андрія Михайловича**
**«Удосконалення методів контролю напруженого стану металоконструкцій
довготривалої експлуатації (на прикладі АГНКС)»**, подану на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.13 –
Трубопровідний транспорт, нафтогазосховища

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Особливість експлуатації обладнання насосних і компресорних станцій в умовах АГНКС характеризується інтенсифікацією виробничих процесів, зростанням рівня експлуатаційних навантажень. Такі експлуатаційні умови зумовлюють підвищення вимог до експлуатованого обладнання, нормативний ресурс якого знаходиться на межі свого закінчення.

Суттєвий вплив на ресурс роботи посудин, що працюють під тиском в умовах зовнішніх та виробничих факторів, здійснюють залишкові напруження металу стінки посудини, що виникають на стадії виготовлення і постійно набувають змін у ході тривалої їх експлуатації. Зрозумілим є необхідність моніторингу зміни рівня напружень посудин, однак регламентовані чинними нормативними документами методи та засоби визначення величини залишкових напружень є трудомісткими, дороготартісними, часто обмеженими у використанні та базуються, здебільшого, на визначенні одного інформативного параметру, що зменшує точність та достовірність діагностики напружень.

Отже, існує необхідність дослідження та розвитку нових методів багатопараметрової технічної діагностики фактичного технічного стану конструкцій під тиском за комплексом інформативних параметрів інструментального контролю. Вирішення задачі багатопараметрового оцінювання рівня напружень посудин, що працюють під тиском, є актуальним і є основою забезпечення їх надійної роботи у різних умовах та режимах експлуатації

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, їх достовірність

Обґрунтованість та достовірність наукових положень і висновків дисертації Карпаша А. М. зумовлені використанням апробованих сучасних методів математичного моделювання та обробки результатів досліджень, методів планування експерименту, результатами великого обсягу експериментальних фізичних досліджень. Отримані в роботі результати не суперечать загально визнаним постулатам та опосередковано узгоджуються з відомими висновками інших дослідників, були обговорені на авторитетних наукових конференціях.

3. Повнота викладення матеріалу в опублікованих працях

Основний зміст дисертації викладено в восьми фахових наукових працях, з яких чотири є закордонними.

Автореферат адекватно відображає зміст, основні положення та висновки дисертаційної роботи. Наукові положення та отримані автором теоретичні й практичні результати досліджень достатньо повно представлені в опублікованих наукових працях і апробовані на міжнародних й всеукраїнських профільних конференціях.

4. Загальна характеристика роботи

Дисертаційна робота Карпаша А. М. складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний зміст роботи викладений на 139 сторінках машинопису, містить 45 рисунків і 22 таблиці.

У вступі наведено загальну характеристику дисертаційної роботи, сформульовано її мету та основні задачі подальших досліджень. Викладено наукову новизну, практичне значення отриманих результатів досліджень, наведені відомості про особистий внесок здобувача та апробацію результатів дисертаційних досліджень.

У **першому розділі** проведений детальний аналіз металоконструкцій ППТ АГНКС, а також умови та режими їх експлуатації, фактори впливу, що викликають незворотні зміни фізико-механічних характеристик їх металу. Проаналізовано існуючі методи та технічні засоби визначення та оцінки напруженого стану металевих конструкцій ППТ АГНКС. Сформовано завдання, що потребують вирішення в роботі, та визначено напрямки подальших досліджень.

В **другому розділі** формалізовано задачу оцінки напруженого стану посудин, що працюють під тиском, за даними про переміщення точок поверхні як некоректну задачу відновлення фізико-механічного поля за його значенням на частині поверхні циліндричних посудин. Для оцінки зміни НДС застосована методика визначення компонента тензора напружень та деформацій за відомими координатами певної множини точок поверхні об'єкта та з відомим параметричним поданням його як тривимірного деформованого тіла в початковий та контрольний момент часу. При цьому компоненти тензора напружень та деформацій обчислюються без використання, як правило, невідомої інформації про сили та навантаження, що обумовлюють такого роду зміну просторової конфігурації. Встановлено, що для оцінки напружень необхідно розробити спеціальні підходи, які б дозволили визначити фактори, що впливають на НДС посудин під тиском, експериментально-розрахунковим методом.

У **третьому розділі** представлена методика експериментальних досліджень з метою встановлення можливості комплексного застосування структурночутливих фізичних інформативних параметрів для визначення рівня напружень (радіальних та осьових) посудин під тиском. Експериментальні дослідження проводились у два етапи.

I етап полягав у визначенні характеру зв'язку відомих з літературних джерел фізичних інформативних параметрів з рівнем напружень у металі. *II етап* досліджень передбачав встановлення достатнього мінімуму кількості обраних на I-ому етапі досліджень інформативних фізичних параметрів для визначення напруження в металі ППТ на експериментальних моделях посудин

під тиском, а також для математичного виразу характеру зв'язку між інформативними параметрами та цим напруженням.

Результати графічного та кореляційного аналізу результатів експериментальних досліджень показали наявність тісного зв'язку коерцитивної сили і твердості та менш вираженого зв'язку електричного опору і магнітного параметру з радіальними напруженнями у стінці дослідних зразків посудини. Для апроксимації функції взаємозв'язку між інформативними параметрами контролю та напруженнями були використані алгоритми штучних нейронних мереж, мета яких полягає у одночасному використанні в якості діагностичної інформації кількох фізичних параметрів, що дає можливість більш точно оцінити напружений стан ППТ АГНКС, а також встановити мінімальну кількість інформативних діагностичних параметрів для підвищення точності визначення величини напружень.

Отримана апроксимована залежність виду $\sigma = f(H_b, H_c, \rho)$ в символічному вигляді з функціями перетворення та ваговими коефіцієнтами дає можливість визначати напруження, що діють у стінках посудин під тиском, за комплексом параметрів, виміряних методами і технічними засобами неруйнівного контролю, що є важливим в ефективності технічного діагностування посудин.

У четвертому розділі представлено практичну реалізацію методології виявлення, оцінки та визначення рівня напруженого стану металоконструкцій посудин під тиском АГНКС із урахуванням зовнішніх факторів та режимів експлуатації за комплексом вимірюваних фізичних параметрів.

Для практичної реалізації розробленої нової методології контролю напруженого стану металоконструкцій посудин під тиском АГНКС було розроблено проект нормативного документа (СОУ) – «Визначення напружень у стінках посудин, що працюють під тиском. Методика»

Завершують дисертаційну роботу висновки, список літературних джерел та додаток.

5. Наукова новизна отриманих результатів

Системний підхід до проблеми контролю напруженого стану посудин під тиском як об'єктів АГНКС дозволив здійснити реалізацію таких наукових задач:

- встановлено характер зв'язку між комплексом фізичних інформативних параметрів та напруженим станом металу посудин, що працюють під тиском;
- розроблена математична модель процесу деформування посудин, що працюють під тиском, для визначення параметрів напружено-деформованого стану без інформації про сили та навантаження, що діють на посудини;
- удосконалено методологію визначення рівня напруженого стану сталевих посудин, що працюють під тиском, за комплексом дійсних значень фізичних параметрів (питомого електричного опору, магнітного параметру, коерцитивної сили та твердості);
- розвинуто алгоритм розрахунку величини напружень за отриманою математичною залежністю, що пов'язує дійсні значення комплексу фізико-механічних характеристик металу з напруженням.

6. Цінність отриманих результатів для науки і практики

Практична цінність результатів, представлених в дисертаційній роботі Карпаша А. М., полягає в удосконаленні методів контролю напруженого стану металоконструкцій посудин, що працюють під тиском, та впровадженні і реалізації їх для технічного діагностування накопичувальних акумуляторів АГНКС на виробничих об'єктах ПАТ «УКРАВТОГАЗ» та ПАТ «УКРСПЕЦТРАНСГАЗ», а також успішно впроваджено у виробничий процес діагностування промислових посудин під тиском в умовах ДП «Карпатський експертно-технічний центр».

7. Зауваження по дисертаційній роботі

7.1. У п.1.1 дисертаційної роботи практично відсутня інформація про режими та умови експлуатації посудин, що працюють під тиском. Було б доцільним навести кількісні показники експлуатаційних режимів та технологічних параметрів роботи вищевказаних об'єктів хоча б у додатках.

7.2. Відсутнє обґрунтування застосування тільки двох критеріїв технічного стану обладнання, що працює під тиском, – справного і несправного, при оцінюванні їх фактичного технічного стану відповідно до запропонованої автором структурно-наслідкової діагностичної моделі. Хоча п.3.2 ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення» регламентує їх більшу кількість.

7.3 Назва другого розділу дисертаційної роботи подана не зовсім коректно, оскільки запропонована автором математична модель процесу деформування ППТ та оцінки рівня напружень не відображає характер зв'язку між фізико-механічними властивостями та рівнем напружень металу посудин.

7.4 У розділі 3 відсутня інформація щодо врахування початкового рівня напружень металу моделей досліджуваних посудин, які безумовно присутні через явища мікропластичної деформації тривало експлуатованих сталевих конструкцій.

7.5 Потребує детальнішого пояснення принцип вибору циклічності випробувань при навантаженні внутрішнім тиском середовища модельних зразків посудин в ході експериментальних досліджень, а саме: їх різниця для двох посудин, а також кількість циклів навантаження посудини №2.

7.6 Представлені у третьому розділі дисертації етапи експериментальних досліджень доцільно було б відобразити окремими розділами.

Наведені зауваження не носять концептуального характеру та не мають визначального впливу на загальну позитивну оцінку роботи.

8. Загальний висновок по дисертаційній роботі

Дисертація Карпаша А. М. «Удосконалення методів контролю напруженого стану металоконструкцій довготривалої експлуатації (на прикладі АГНКС)» є завершеною науковою працею. Матеріал викладено українською мовою, робота добре ілюстрована та оформлена відповідно до вимог до кандидатських дисертацій.

Тема та зміст дисертаційної роботи цілком відповідає спеціальності 05.15.13 – «трубопровідний транспорт, нафто газосховища», за якою вона подана до захисту.

Автореферат дисертації адекватно відображає основний зміст, положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Карпаша А. М. є науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати, що в сукупності вирішують актуальну науково-прикладну задачу з удосконалення методів контролю напруженого стану металоконструкцій посудин під тиском з урахуванням фактичного стану металу, який визначаються комплексом фізичних характеристик.

Вважаю, що дисертаційна робота «Удосконалення методів контролю напруженого стану металоконструкцій довготривалої експлуатації (на прикладі АГНКС)» за актуальністю, науковим рівнем розробки та її практичним втіленням, необхідною кількістю публікацій та апробацій повністю відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор Карпаш Андрій Михайлович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.13 – трубопровідний транспорт, нафто газосховища.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук
генеральний директор Інжинірингової
компанії «МАСХЕКСПОРТ»



Р. М. Говдяк

*Відомо надійшов до спеціалізованої Вченої ради Д 20.052.04 19.06.2018р.
Землі секретар / В. Троцюк /*