

ВІДГУК

офіційного опонента **Малика Володимира Ярквича**

на дисертаційну роботу **Стефанишина Андрія Богдановича** на тему

«Прогнозування та підвищення ресурсу насосних штанг з експлуатаційними пошкодженнями», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування

Актуальність теми. На даний час питання підвищення надійності та довговічності нафтогазового обладнання набули особливої актуальності. Однією з основних проблем, пов'язаної з експлуатацією свердловин, обладнаних ШСНУ, є частий вихід з ладу насосних штанг. Продовження терміну служби насосних штанг є одним з актуальних завдань у нафтовому виробництві. Тому потрібно знайти спосіб, який би вирішував завдання ремонту штанги і максимального використання ресурсу штангового прокату, повернення в роботу значної частини відбракованих штанг.

Загальна характеристика роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків та списку використаних джерел, що містить 114 найменування. Текст роботи з додатками викладено на 189 сторінках машинопису, містить 17 таблиць та 60 рисунків.

Дисертацію присвячено розробленню методів відновлення сталевих та гібридних насосних штанг, який відповідно підвищує опір корозійній втомі сталевих насосних штанг в 3-4 рази та подовжує ресурс штанг з полімерно-композитних матеріалів з втомними тріщинами до 20% з використанням бандажів.

За темою дисертаційної роботи опубліковано 25 наукових праць, серед них: одна монографія, 7 статей у фахових виданнях України, і 1 зарубіжна публікація, із яких 3 включено до міжнародних наукометричних баз (1 статтю проіндексовано базами Scopus, 2 – Index Copernicus; 1 стаття у матеріалах конференцій. Окрім статей, дисертаційні результати стисло

містяться ще й у 15 тезах, опублікованих в збірниках матеріалів вищезазначених конференцій.

У вступі приведена загальна характеристика роботи, доводиться актуальність теми, її зв'язок з загальнодержавними планами, вказується мета і задачі дослідження, наукова новизна, практична цінність і особистий вклад автора. Конкретизовано мету і задачі досліджень.

В першому розділі проведено аналіз літературних джерел з питань аналізу пошкоджень насосних штанг, причин їх виникнення, а також методи контролю пошкоджень в насосних штангах та закономірності росту коротких тріщин втоми в сталях.

В другому розділі визначено підходи лінійної механіки руйнування, та проаналізовано методику вирощування і гальмування росту коротких тріщин. Проведено оцінювання ефективності нанесення розробленого модифікованого поліуретанового покриття насосних штанг згідно з технічними умовами з огляду гальмування росту коротких втомних тріщин.

Визначено прогнозування насосних штанг за умови зміцнювального ефекту розробленого покриття у випадку підвищеної асиметрії навантаження. Побудовано залежності, що відбивають сумарний вплив на границю втоми 3T і покриття. Обґрунтовано та визначено фізико-механічні властивості різних захисних покриттів.

Третій розділ на основі випробувань ремонтних сталевих та гібридних насосних штанг були побудовані повні діаграми втомного руйнування насосних штанг з імовірнісною оцінкою $P(N)$ їх довговічності, які дозволяють проводити прогнозування їх ресурсу.

В четвертому розділі проведена оцінка розрахунку критичної довжини тріщини та довговічності штанги за допомогою програми *MathCAD* з врахуванням дотичних напружень, а також розрахунок залишкового ресурсу насосної штанги з врахуванням дотичних напружень залежно від величини крутного моменту. Визначено критичну глибину тріщини та

довговічність штанги за допомогою програми *MathCAD*. Вирішено одну з головних проблем – оцінку граничного стану елементів конструкції, зокрема насосних штанг, схильних до одночасного впливу статичних і циклічних навантажень, особливо асиметричного навантаження.

У п'ятому розділі запропоновано нова методика відновлення технічних характеристик насосних штанг методом знімання верхнього шару металу шляхом проточування, тобто ліквідація наявних коротких тріщин, що утворилися в процесі експлуатації. В запропонованому способі вирішується завдання ремонту штанги і максимального використання ресурсу нафтового прокату, повернення у роботу значної частини відбракованих штанг. Також вирішується завдання відновлення технічних характеристик насосної штанги, тобто усунення пошкоджень, які виникають на поверхні штанги в процесі експлуатації. За результатами аналітичних та експериментальних досліджень вдосконалено конструкції з'єднань склопластикових насосних штанг з метою підвищення ефективності їх експлуатації.

Практична цінність отриманих результатів:

1. Розроблено та впроваджено у виробництво технологію відновлення насосних штанг, що вирішує завдання ремонту штанги і максимального використання ресурсу нафтового прокату, повернення в роботу значної частини відбракованих штанг та дає великі техніко-економічні переваги в порівнянні з відомими способами відновлення насосних штанг.

2. За допомогою розробленої методики і комп'ютерної програми *MathCAD* та отриманих результатів досліджень можна прогнозувати ресурс насосних штанг та обґрунтувати періодичність проведення їх дефектоскопії, що дозволить раціонально використовувати штанги і значно скоротити аварійність при видобуванні нафти зі свердловин.

3. Розроблене композитне покриття насосних штанг виконує не тільки функцію протикорозійного захисту, але і механічно зміцнює поверхню насосної штанги створенням залишкових напружень стиску.

4. Результати досліджень втомної міцності при згині гібридних насосних штанг представляють практичний інтерес для оцінки запасів міцності штангових колон і можуть бути використані для прогнозування їх ресурсу за багатоциклової втоми.

На основі результатів проведених досліджень вирішено важливе завдання розроблення методів відновлення сталевих та гібридних насосних штанг, який підвищує опір корозійній втомі сталевих насосних штанг в 3-4 рази та подовжує ресурс штанг з полімерно-композитних матеріалів з втомними тріщинами до 20% з використанням бандажів. Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що вперше:

1 Запропонована та впроваджена у виробництво технологія відновлення насосних штанг, що полягає в усуненні пошкоджень поверхні, які виникають на поверхні штанги в процесі експлуатації (тріщини, потертості, нерівномірне зношування штанги по діаметрі, пошкодження внаслідок корозії), методом проточування, та використання поверхневого наклепу, що дає можливість підвищити втомну міцність штанги та інші її механічні характеристики, а також повернути значну частину відпрацьованих штанг в експлуатацію;

2 Проведено оцінку впливу напружень кручення при складному напруженому стані штангової колони, шляхом оцінки цього виду навантаження на ріст втомної тріщини, що дає змогу прогнозувати ресурс при обертанні насосних штанг обертачем та визначити періодичність проведення їх дефектоскопії, що забезпечить безаварійну роботу свердловини;

3 Отримані результати значень при дії різних напружень згину відновлених ремонтних штанг згідно розробленої технології, через проведені випробування та відповідні розрахунки, що дало можливість визначити межу корозійної втоми для різних діаметрів насосних штанг;

4 Отримали подальший розвиток перспективи відновлення гібридних насосних штанг з тріщинами, що полягає в накладанні бандажів із

скловолокна ($l=50\text{см}$, $B=10\text{см}$ – 6 шарів по контуру штанги в місці виникнення тріщин) та епоксидної смоли, що дає можливість подовжити їх ресурс на 15-20% при видобуванні нафти з глибоких свердловин.

В опублікованих 25 наукових працях відображено основний зміст дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на наукових конференціях та семінарах.

Зауваження по роботі.

1. При оцінці втомних характеристик насосних штанг після ремонту необхідно враховувати вплив особливо небезпечних сірководневих середовищ.

2. Автор не виявляв закономірності підростання втомних тріщин в ремонтних насосних штангах, що є важливим при оцінці їх ресурсу.

3. Не зрозуміло, як виробничники будуть встановлювати полімерні композитні бандажі після виявлення втомних тріщин в тілі гібридних насосних штанг: на свердловині чи в ремонтних майстернях.

4. При оцінці впливу напружень кручення на ріст втомних тріщин не враховано викривлення свердловини, яке часто має місце на практиці.

5. В тексті роботи зустрічаються граматичні помилки, русизми. Загалом дисертаційна робота написана грамотною технічною українською мовою, вказані зауваження є такими, що не впливають на загальну позитивну характеристику дисертаційної роботи і частину з них можна розглядати як побажання автору в подальшій роботі.

Висновок

Дисертаційна робота Стефанишина Андрія Богдановича на тему «Прогнозування та підвищення ресурсу насосних штанг з експлуатаційними пошкодженнями», є закінченою науковою працею, характеризується науковою новизною і практичною цінністю, опубліковані наукові праці повністю відображають суть роботи, яка вписується в рамки спеціальності 133 - Галузеве машинобудування. Автор Стефанишин Андрій Богданович

заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування.

Викладач вищої категорії

Державного вищого навчального закладу

«Дрогобицький коледж нафти і газу»,

к.т.н., доцент



Малик В.Я.

*Підписе Малика В.Я.
засвідчую.*

*Поліський ректор з
кадрової роботи*



П. Д. Лінсан