

ВІДГУК

офіційного опонента Максимука Олександра Васильовича на дисертацію Стефанишина Андрія Богдановича „**Прогнозування та підвищення ресурсу насосних штанг з експлуатаційними пошкодженнями**”, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування

Актуальність теми дисертації

Для забезпечення своєї життєдіяльності людству необхідна все більша кількість нафти. І в найближчій перспективі кількість споживаної нафти буде тільки рости, а це змушує підходити до питань видобутку нафти з більшою відповідальністю, більш повно використовувати освоєні родовища, грамотно розробляти нові. Постійно зростаючі глибини свердловин викликали проблеми підйому нафти на поверхню. Розвиток глибинно-насосного видобутку йде по шляху постійного поліпшення характеристик міцності насосних штанг та насосно-компресорних труб, та іншого обладнання. Слід зауважити, що проведена значна робота з підвищення надійності обладнання, але ситуація ще далека від ідеальної. Зокрема це стосується і насосних штанг. Питання підвищення надійності і ефективності використання насосних штанг є важливим і актуальним завданням.

В даний час більшість нафтових свердловин України оснащені свердловинними штанговими насосними установками (ШСНУ). Незважаючи на значний прогрес у вдосконаленні ШСНУ, вони в недостатній мірі відповідають сучасним вимогам експлуатації свердловин. Надійність приводу і його функціональні можливості, надійність колони штанг і її ремонтпридатність, є визначальною умовою для забезпечення ефективної роботи ШСНУ.

Тому важливою задачею є розроблення нових технологій ремонту насосних штанг, які б забезпечували їх ефективне повторне використання. Забезпечення ефективної роботи насосних штанг за рахунок розробки і вдосконалення технології ремонту покращить показники функціонального призначення та їх експлуатаційні характеристики. В цілях економії фінансових і трудових ресурсів необхідно знайти оптимальне рішення задачі, пов'язаної, з одного боку, з недопущенням обривів насосних штанг, і, з іншого боку - максимальним часом експлуатації кожної штанги. Тому дисертація Стефанишина А.Б. є актуальною.

Аналіз змісту дисертації, повнота викладу в опублікованих працях

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків; загальний обсяг роботи з додатками – 193 с.

У вступі обґрунтовано актуальність теми. Розкрито суть проблеми прогнозування і підвищення ресурсу насосних штанг з експлуатаційними

пошкодженнями. Сформульовано задачі, об'єкти і предмет дослідження, наукова новизна, практичне значення і вірогідність отриманих результатів, подано відомості про особистий внесок здобувача, апробацію результатів роботи.

У першому розділі проведено огляд науково-технічної літератури про забезпечення надійної роботи елементів штангової насосної установки та зокрема їх складових. Сформульовані завдання, які потрібно вирішити, та обґрунтовано вибір напрямку досліджень.

У другому розділі виявлено, що проблема коротких тріщин винятково важлива, оскільки неврахування її прискореного розвитку при розрахунках довговічності виробів може привести до неоправданого завищення прогнозованого ресурсу та переоцінки експлуатаційної надійності конструкцій.

В міру збільшення терміну експлуатації насосних штанг відбувається деградація деяких важливих властивостей матеріалів, найістотніше, характеристик опору крихкому руйнуванню. Це стосується і циклічної тріщиностійкості сталей. Спочатку зароджуються мікротріщини, які, досягнувши критичного розміру, призводять до незворотної пошкоженості матеріалу та до повної експлуатаційної деградації металу насосних штанг. Експериментально досліджено, що нанесене на зразок покриття додатково створює зміцнювальний ефект, заповнюючи порожнину тріщини, а після затвердіння виконує роль клина, що в свою чергу зменшує циклічну деформацію сталі в околі вершини тріщини та призводить до її гальмування

У третьому розділі подано дані про проведені натурні випробування насосних штанг та побудовані повні діаграми втомного руйнування на основі кривих корозійної втоми сталевих та композитних насосних штанг дозволяють з будь-якою ймовірністю визначати довговічність штанг при дії змінного навантаження. Розроблене ізоляційне композитне покриття насосних штанг виконує не тільки функцію протикорозійного захисту, але і механічно зміцнює поверхню насосної штанги. За допомогою розроблених та наведених методик і комп'ютерної програми можна прогнозувати ресурс насосних штанг як сталевих, так і композитних та обґрунтувати періодичність проведення їх дефектоскопії, що дозволить раціонально використовувати штанги і значно скоротити аварійність при видобуванні нафти зі свердловин

У четвертому розділі визначено, що за допомогою розроблених методик і комп'ютерної програми *MathCAD* можна прогнозувати ресурс насосних штанг як сталевих, так і композитних та обґрунтувати періодичність проведення їх дефектоскопії, що дозволить раціонально використовувати штанги і значно скоротити аварійність при видобуванні нафти зі свердловин. Згідно отриманих обчислень визначено, що врахування дотичних напружень є важливим фактором при розрахунку довговічності насосної штанги. Виявлено, що зміцнення поверхні штанги поздовжнім навантаженням і крученням з розробленими режимами забезпечує однорідність деформування по її довжині, і, як наслідок, відновлення первісної геометрії та підвищення втомної міцності матеріалу за рахунок зміцнення.

У п'ятому розділі подано результати досліджень та розроблено технологію відновлення насосних штанг методом проточування верхнього шару металу. Результати експериментів свідчать, що запропонований метод відновлення штанг забезпечує зростання обмеженої границі витривалості зразків згідно запропонованої технології відновлення штанг в 3-4 рази.

У додатках подано акт впровадження результатів дисертаційної роботи.

Зміст дисертації належним чином відображає мету роботи, основні завдання та отримані науково-технічні результати прикладного характеру. Основні результати роботи достатньо відображені в опублікованих працях.

Основні результати роботи, їх наукова новизна. Серед описаних в дисертації результатів як науково нові слід відмітити наступні:

- вперше 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 діаметру, 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.

- вперше 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.

- вперше отримані результати значень втомної міцності 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.

- вперше отримали подальший розвиток перспективи відновлення гібридних насосних штанг з тріщинами, що полягає в накладанні бандажів із скловолокна 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.

Обґрунтованість і вірогідність наукових положень, висновків, рекомендацій.

Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки і рекомендації обґрунтовані теоретичним аналізом, розрахунками, модельними експериментальними дослідженнями.

Вірогідність результатів забезпечується коректністю постановки задачі, виконаних розрахунків, правильністю математичних викладок і підтверджується впровадженням висновків і рекомендацій. Запропонована технологія відновлення насосних штанг прийнята до впровадження на фірмі «ТАКТ» м. Дніпро.

Практична цінність роботи полягає в тому, що 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.

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.

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

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.

Зауваження до дисертації:

При опрацюванні дисертаційної роботи виявлено деякі недоробки і подано такі зауваження:

- бажано при розробленні з'єднання гібридних насосних штанг оцінити величину контактних напружень між тілом штанги та сталеву деталлю;
 - при оцінці ресурсу сталевих насосних штанг бажано було б показати вплив початкової глибини втомної тріщини на довговічність під дією окремо напружень розтягу, згину та кручення;
 - в роботі необхідно було обґрунтувати конструктивні елементи зміцнюючого полімерного бандажа;
 - втомні криві насосних штанг після ремонту бажано обробити за допомогою комп'ютерних програм;
 - по тексту дисертації зустрічаються різні розміри шрифтів у формулах та рисунках, що ускладнюють читання і сприйняття змісту роботи.
- Вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

Представлена до захисту дисертація є завершеною працею, в якій, з метою підвищення **ресурсу насосних штанг з експлуатаційними пошкодженнями** отримані науково обґрунтовані результати в області створення нових методів відновлення технічних характеристик насосних штанг.

За результатами досліджень, які викладені в дисертаційній роботі, 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). Результати наукових досліджень пройшли достатньо широку апробацію у 15 міжнародних та всеукраїнських конференціях..

Зміст дисертації відповідає положенням освітньо-наукової програми спеціальності 133 – Галузеве машинобудування.

Отримані в дисертації результати є новими, їх цінність підтверджена практичним застосуванням. Основні результати дисертації доповідались на науково-технічних конференціях зі спеціальності та достатньо повно опубліковані в наукових працях автора.

Дисертаційна робота Стефанишина Андрія Богдановича “Прогнозування та підвищення ресурсу насосних штанг з експлуатаційними пошкодженнями” є актуальною завершеною науково-дослідною роботою, містить наукову новизну, науково обґрунтована та має практичну цінність.

Дисертаційна робота відповідає вимогам “Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії”, встановлених до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, затверджених постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06.03.2019 р., а її автор Стефанишин А. Б. - присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування.

Офіційний опонент,
доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри вищої математики
Львівського національного університету
імені Івана Франка



О.В. Максимук

