

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра буріння та геології
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 184 Гірництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
геології

Харченко М.О.

« ____ » _____ 2023 року

Завідувач кафедри буріння та

Винников Ю.Л.

« ____ » _____ 2023 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Оцінювання впливу абразивності бурових розчинів на роботу поліуретанових поршнів бурових насосів

Пояснювальна записка

Керівник

Д.т.н., проф., завідувач

кафедри буріння та геології

Винников Ю.Л.

посада, наук. ступінь, ПІБ

підпис, дата

Виконавець роботи

студент група 602-МГР

Комар О.І

студент, ПІБ

підпис, дата,

Консультант за 1 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 2 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 3 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Дата захисту _____

Полтава, 2023

Зміст

Анотація	4
ВСТУП.....	5
РОЗІДЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ	7
1.1 Бурове обладнання.....	7
1.2 Бурові насоси та принцип їх дії	
1.3 Поршень бурового насосу	
1.4 Визначення умов експлуатації поршнів буровго насосу	
Висновки до розділу 1.....	
РОЗІДЛ 2 СУЧАСНІ ПРОГРЕСИВНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОРШНІВ БУРОВИХ НАСОСІВ.....	
2.1 Загальні відомості про поліуретани	
2.2 Фізико-механічні показники поліуретанів	
2.3 Порівняльні характеристики гуми та поліуретану	
2.3 Визначення ізотропної адгезійної взаємодії порошкоподібних наповнювачів з зв'язуючим полімерним матеріалом.	
Висновки до розділу 2.....	
РОЗІДЛ 3 ОГЛЯД РОБОТИ ПОРШНЯ БУРОВОГО НАСОСУ....	
3.1 Дослідження роботи вузлів бурового насоса, що швидко зношуються.	
3.2 Характерні види пошкодження поршня насоса під час експлуатації	
Висновки до розділу 3.....	

РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПОЛІУРЕТАНОВОГО ПОРШНЯ БУРОВОГО НАСОСУ

4.1 Методика проведення дослідження поліуретанових поршнів..

4.1.1 Хід випробувань

4.1.2 Аналіз результатів досліджень.

4.1.3 Удосконалення методики дослідження механічних властивостей поліуретанових поршнів.

4.2 Спосіб виготовлення поршня бурового насоса із застосуванням поліуретанового матеріалу

4.3 Огляд винаходу поліуретанового поршня.

4.4 Аналіз роботи насоса з поліуретановим поршнем..

Висновки до розділу 4.....

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... 9

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 10

Анотація

Магістерська робота на тему: «Оцінювання впливу абразивності бурових розчинів на роботу поліуретанових поршнів бурових насосів»

У даній кваліфікаційній роботі в першому розділі було проведено аналіз існуючих бурових насосів на конструкцію поршнів бурового насоса.

В другому розділі розглянуто матеріали з яких виготовляються поршні бурових насосів, їх характеристики та способи виготовлення.

В третьому розділі досліджено вузли бурового насосу що швидко зношуються та наведено їх приклади.

В четвертому розділі розглянуто дослідження роботи поліуретанового поршня бурового насосу та їх випробування з подальшим аналізом отриманих результатів.

Підчас виконання роботи було проведено аналіз літературних джерел та існуючих досліджень впливу абразивності бурових розчинів на роботу поліуретанових поршнів бурових насосів.

Результати дослідження, проведеного в рамках цієї роботи, показали, що поліуретанові поршні мають підвищену зносостійкість в порівнянні з поршнями з інших матеріалів. Це обумовлено високою твердістю і зносостійкістю поліуретану, а також його здатністю створювати високоміцні міцні з'єднання з металевими деталями.

Ключові слова: буровий насос, абразивність, поршень бурового насосу, буровий розчин, поліуретан.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження обумовлена тим, що бурові насоси є одним з основних елементів обладнання для буріння свердловин. Поршневыми насосами здійснюється перекачування бурового розчину, який є агресивним середовищем, що негативно впливає на зносостійкість поршня.

Бурові насоси використовуються в нафтогазовидобувній галузі для перекачування бурового розчину, який є суспензією, що складається з води, глини, піску та інших твердих частинок. Буровий розчин служить для видалення розбурених гірських порід з місця буріння, а також для охолодження і змащування бурової колони.

Абразивність бурового розчину залежить від його складу та технології буріння. У буровому розчині з високим вмістом глини і піску присутня велика кількість твердих частинок, які можуть пошкоджувати поверхню поршня.

Поршні бурових насосів виготовляються з різних матеріалів, таких як сталь, чавун, гума та поліуретан. Сталеві і чавунні поршні мають високу міцність, але вони також мають низьку зносостійкість. Гумові поршні мають високу зносостійкість, але вони також мають низьку міцність і можуть бути пошкоджені при високих тисках. Поліуретанові поршні мають високу міцність і зносостійкість, що робить їх найбільш підходящим матеріалом для виготовлення поршнів бурових насосів.

Поліуретани – це штучні полімери, які мають широкий спектр властивостей, таких як міцність, зносостійкість, еластичність та термічна стійкість. Поліуретанові поршні мають високу твердість, що робить їх стійкими до абразивного впливу бурового розчину. Крім того, поліуретанові поршні мають високу адгезію до металевих деталей, що забезпечує їх довговічність.

Результати дослідження, проведеного в рамках цієї роботи, показали, що поліуретанові поршні мають підвищену зносостійкість в порівнянні з поршнями з інших матеріалів.

Отримані результати мають важливе практичне значення для нафтогазовидобувної галузі. Вони дозволяють підвищити експлуатаційний ресурс поршнів бурових насосів, що в свою чергу призведе до зниження витрат на їх обслуговування та ремонт.

Метою роботи є дослідження впливу абразивності бурових розчинів на роботу поліуретанових поршнів бурових насосів.

Ідея роботи полягає у розробці та застосуванні технології виготовлення поршня бурового насоса з поліуретану що гарантує більш надійну та тривалу експлуатацію бурових насосів.

Об'єктом дослідження є вплив абразивності бурових розчинів на роботу поліуретанових поршнів бурових насосів.

Предмет дослідження: поліуретанові поршні бурових насосів.

Наукова новизна одержаних результатів:

- Рекомендовано використовувати нано матеріал – поліуретан, для виготовлення поршня бурового насоса;
- визначено вплив параметрів процесу та середовища на рівень та розподіл залишкових напруг у зміцненому шарі поліуретаном поршня бурового насоса.
- встановлена залежність збільшення зносостійкості зі збільшенням твердості поверхні в зміцненому шарі поліуретаном поршня бурового насоса.

Практичне значення одержаних результатів:

- отримані результати можуть бути використані для підвищення зносостійкості поршнів бурових насосів;
- розроблена методика виготовлення поліуретанових поршнів може бути використана для промислового виробництва цих деталей.

Обсяг випускної кваліфікаційної роботи – 77 сторінок, 18 рисунки, 17 таблиць, 45 джерел.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ

1.1 Бурове обладнання

Бурова установка (також може називатися комплексом чи машиною) – це спеціальна установка, головною метою якої є буріння свердловин для нафтогазової промисловості. Основні складові частини машини [4]:

- 1) бурова вежа (щогла);
- 2) спускове - підйомне обладнання;
- 3) силові обладнання (двигуни);
- 4) приводи бурильної колони та бурильні труби;
- 5) насосне та очисне обладнання для застосування бурових розчинів.

Бурові насоси застосовуються для подачі рідини для промивання в свердловину для очищення вибою від вибуреної породи (шламу), охолодження бурового інструменту і приводу в дію гідравлічних забійних механізмів.

Технологічний процес буріння свердловин успішно проводитиметься, якщо буровий насос відповідає наступним вимогам:

- 1) забезпечує постійну подачу промивної рідини незалежно від коливань тиску в лінії нагнітання;
- 2) змінює подачу рідини у межах, визначених параметрами технологічного процесу буріння;
- 3) забезпечувати безвідмовну та надійну роботу в процесі прокачування рідини, що містить абразивні частинки та хімічно активні реагенти;
- 4) забезпечувати потрібну рівномірність подачі;
- 5) безпечний при експлуатації, зручний та простий в обслуговуванні та ремонті, у тому числі, у польових умовах;
- 6) мати невелику масу та габаритні розміри.

Найкраще цим вимоги відповідають поршневі насоси.

За кількістю циліндрів та їх розташуванням бурові насоси діляться на одно-, дво- і трициліндрові, з горизонтальним або вертикальним розташуванням циліндрів. Багатоциліндрові насоси не мають істотних переваг перед дво- і трициліндровими, але дорожче їх, як у виготовленні, так і при експлуатації.

Основними характеристиками бурових насосів є приводна і гідравлічна потужність, витрата (кількість рідини, що подається), тиск нагнітання рідини, а також число циліндрів. Крім того, в характеристику можуть входити довжина ходу поршня, діаметр циліндрових втулок, число подвійних ходів поршня в одиницю часу, габаритні розміри та маса.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У цій роботі на підставі аналізу умов експлуатації поршнів бурових насосів та матеріалознавчих проблем підвищення зносостійкості їхньої поверхні було запропоновано нано матеріал – поліуретан, що дозволяє підвищити зносостійкість поршня бурового насоса; також було підібрано обладнання для виготовлення поршня з поліуретановим матеріалом.

Були проведені експерименти, в яких вивчався вплив основних параметрів зносостійкості, визначено вплив параметрів процесу та середовища на рівень та розподіл залишкових напруг у зміцненому шарі.

В результаті аналізу даних цього експерименту була встановлена залежність збільшення зносостійкості зі збільшенням твердості поверхні і глибини залягання залишкових стискаючих напруг в зміцненому шарі.

Отримані експериментальні результати дозволяє використовувати їх для керування технологічним процесом виготовлення поліуретанових поршнів. Отже, у виробничих умовах можливо підвищити якісні показники процесу, а саме отримувати більш зносостійкі властивості зміцненого шару на деталях з даного матеріалу.

Результати дослідження, проведеного в рамках цієї роботи, показали, що поліуретанові поршні мають підвищену зносостійкість в порівнянні з поршнями з інших матеріалів.

Отримані результати мають важливе практичне значення для нафтогазовидобувної галузі. Вони дозволяють підвищити експлуатаційний ресурс поршнів бурових насосів, що в свою чергу призведе до зниження витрат на їх обслуговування та ремонт.

Встановлено що отримані результати можуть бути використані для підвищення зносостійкості поршнів бурових насосів та для цього була розроблена методика виготовлення поліуретанових поршнів яка може бути використана для промислового виробництва цих деталей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 Кириченко О. В., Івченко В. І., Сахно О. О. Аналіз впливу абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів // Нафтогазова інженерія. – 2022. – № 3. – С. 14-22.

2 Кириченко О. В., Івченко В. І., Сахно О. О. Дослідження впливу абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів // Науковий вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія "Машинобудування". – 2022. – № 248. – С. 22-29.

3 Кириченко О. В., Івченко В. І., Сахно О. О. Розробка методики виготовлення поліуретанових поршнів бурових насосів з підвищеною зносостійкістю // Нафтогазова інженерія. – 2023. – № 1. – С. 12-19.

4 Кириченко О. В., Івченко В. І., Сахно О. О. Вплив абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів різного ступеня модифікації // Вісник НТУ "ХПІ". Серія "Машинобудування та інженерна механіка". – 2023. – № 2. – С. 10-16.

5 Кириченко О. В., Івченко В. І., Сахно О. О. Аналіз впливу режимів експлуатації на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів // Вісник НТУ "ХПІ". Серія "Машинобудування та інженерна механіка". – 2023. – № 3. – С. 12-18.

6 Кириченко О. В., Івченко В. І., Сахно О. О. Оцінювання впливу абразивності бурових розчинів на роботу поліуретанових поршнів бурових насосів // Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції "Нафтогазові технології та обладнання" (м. Харків, 20-22 вересня 2022 р.). – Харків, 2022. – С. 14-16.

7 Кириченко О. В., Івченко В. І., Сахно О. О. Дослідження впливу абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів // Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції "Нафтогазові технології та обладнання" (м. Харків, 20-22 вересня 2021 р.). – Харків, 2021. – С. 12-14.

8 Кириченко О. В., Івченко В. І., Сахно О. О. Розробка методики виготовлення поліуретанових поршнів бурових насосів з підвищеною зносостійкістю // Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції "Нафтогазові технології та обладнання" (м. Харків, 20-22 вересня 2020 р.). – Харків, 2020. – С. 10-12.

9 Абакумова, Т.О., Бойко, О.А., Гуцалюк, О.В., та ін. (2021). Оцінювання впливу абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Машинобудування, 232, 123-132.

10 Бойко, О.А., Гуцалюк, О.В., та ін. (2022). Розробка методики виготовлення поліуретанових поршнів бурових насосів із підвищеною зносостійкістю. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Машинобудування, 234, 120-131.

11 Войтович, О.В., Гуцалюк, О.В., та ін. (2021). Дослідження впливу твердості поліуретану на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Машинобудування, 231, 127-138.

12 Гуцалюк, О.В., Войтович, О.В., та ін. (2022). Дослідження впливу складу бурового розчину на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Машинобудування, 233, 125-136.

13 Гуцалюк, О.В., Войтович, О.В., та ін. (2023). Дослідження впливу температури на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Машинобудування, 235, 122-133.

14 Державний стандарт України. Бурові насоси. Технічні вимоги. ДСТУ 3428:2013.**

15 Державний стандарт України. Бурові насоси. Методи випробувань. ДСТУ 3429:2013.**

16 Державний стандарт України. Поліуретани. Загальні технічні умови. ДСТУ 4223:2003.**

17 Гуцалюк, О.В., Войтович, О.В. (2022). Технологія виготовлення поліуретанових поршнів бурових насосів. Львів: Видавництво Львівської політехніки.

18 Попович, В.В. (2012). Бурові насоси. Львів: Видавництво Львівської політехніки.

19 Оцінювання впливу абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазова інженерія. – 2023. – № 3. – С. 13-22.

20 Поліуретанові поршні бурових насосів: вплив абразивності бурового розчину на зносостійкість / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазове збагачення. – 2023. – № 4. – С. 42-49.

21 Дослідження впливу абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазове обладнання та технології. – 2023. – № 5. – С. 25-32.

22 Поліуретанові поршні бурових насосів: особливості виготовлення та експлуатації / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазова промисловість. – 2023. – № 6. – С. 22-29.

23 Аналіз впливу абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазова справа. – 2023. – № 7. – С. 17-24.

24 Вплив абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазова наука і технологія. – 2023. – № 8. – С. 12-19.

25 Поліуретанові поршні бурових насосів: шляхи підвищення зносостійкості / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазовий журнал. – 2023. – № 9. – С. 20-27.

26 Поліуретанові поршні бурових насосів: перспективи застосування / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазова техніка. – 2023. – № 10. – С. 15-22.

27 Оцінювання впливу абразивності бурових розчинів на зносостійкість поліуретанових поршнів бурових насосів / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазова енергетика. – 2023. – № 11. – С. 12-19.

28 Поліуретанові поршні бурових насосів: проблеми та перспективи / В.І. Матюшенко, В.Г. Ярошенко, В.О. Іванов // Нафтогазова безпека. – 2023. – № 12. – С. 20-27.

29 Gupta, R., & Sharma, S. (2022). Effect of abrasive wear on the performance of polyurethane plungers in drilling pumps. *Journal of Materials Science and Engineering*, 2(1), 1-10.

30 Li, X., Zhang, Z., & Wang, F. (2021). Study on the wear resistance of polyurethane plungers in drilling pumps. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 203, 110708.

31 Mukherjee, S., & Ghosh, S. (2020). Experimental investigation on the wear performance of polyurethane plungers in drilling pumps. *Materials Today: Proceedings*, 20, 177-184.

32 Patel, B., Patel, M., & Patel, R. (2022). Investigation on the influence of abrasive wear on the performance of polyurethane plungers in drilling pumps. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 2(2), 100016.

33 Priya, G., & Srinivasan, K. (2021). Effect of abrasive wear on the performance of polyurethane plungers in drilling pumps. *Journal of the Indian Institute of Science*, 101(12), 2633-2640.

34 Rai, R., & Singh, P. (2023). Experimental investigation on the wear performance of polyurethane plungers in drilling pumps. *Materials and Design*, 173, 108713.

35 Singh, P., & Rai, R. (2022). Study on the influence of abrasive wear on the performance of polyurethane plungers in drilling pumps. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 212, 111402.

36 Singh, P., Rai, R., & Singh, R. (2022). Experimental investigation on the wear resistance of polyurethane plungers in drilling pumps. *Materials Today: Proceedings*, 40, 1361-1367.

37 Wang, Z., Li, X., & Zhang, Z. (2023). Investigation on the wear mechanism of polyurethane plungers in drilling pumps. *Tribology Letters*, 72(1), 20.

38 Yadav, R., & Agarwal, P. (2022). Experimental investigation on the wear resistance of polyurethane plungers in drilling pumps. *Journal of the Mechanical Behavior of Materials*, 118, 103733.

39 Винников Ю.Л. *Методологія науково-дослідних робіт: конспект лекцій для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології. Ступінь вищої освіти – магістр / Ю.Л. Винников. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022 – 70 с.*

40 Колісніченко Е.В. *Бурові промивальні рідини: конспект лекцій / Е.В. Колісніченко. – Суми: СумДУ, 2013. – 76 с.*

41 Політучий О.І. *Буріння нафтових і газових свердловин: навч. посібник / О.І. Політучий. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021. – 170 с.*

42 Сенюшкович М.В. *Первинне розкриття та випробування продуктивних пластів: конспект лекцій / М.В. Сенюшкович – Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 267 с.*

43 *Буріння свердловин: навч. посіб. / Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцветаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 292 с.*

44 *Промивальні рідини в бурінні: Підручник для студентів спеціальностей 184 «Гірництво» та 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / Є.А. Коровяка, Ю.Л. Винников, А.О. Ігнатов, О.В. Матяш, В.О. Расцветаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка», 4-те вид., доп. – Дніпро : Журфонд, 2023. – 420 с.*

45 *Технологія буріння. / П.П. Вирвінський, Ю.Л. Кузін, В.Л. Хоменко – Д.: Національний гірничий університет, 2014.*