

## SECTION XV. INGÉNIERIE MINIÈRE, PÉTROLIÈRE ET GAZIÈRE

DOI 10.36074/logos-08.07.2022.042

### УДОСКОНАЛЕННЯ БУРОВИХ НАСОСІВ НАСОСНО-ЦИРКУЛЯЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ БУРОВОЇ УСТАНОВКИ

#### НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

**ORCID ID: 0000-0001-5335-4281** **Молчанов Петро Олександрович**  
канд. техн. наук, доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій  
*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**ORCID ID: 0000-0002-0706-0589** **Савик Василь Миколайович**  
канд. техн. наук, доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій  
*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**ORCID ID: 0000-0003-2164-0771** **Ілляшенко Юрій Павлович**  
аспірант кафедри нафтогазової інженерії та технологій  
*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**ORCID ID: 0000-0001-8095-3984** **Суржко Тетяна Олексіївна**  
аспірантка кафедри нафтогазової інженерії та технологій  
*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

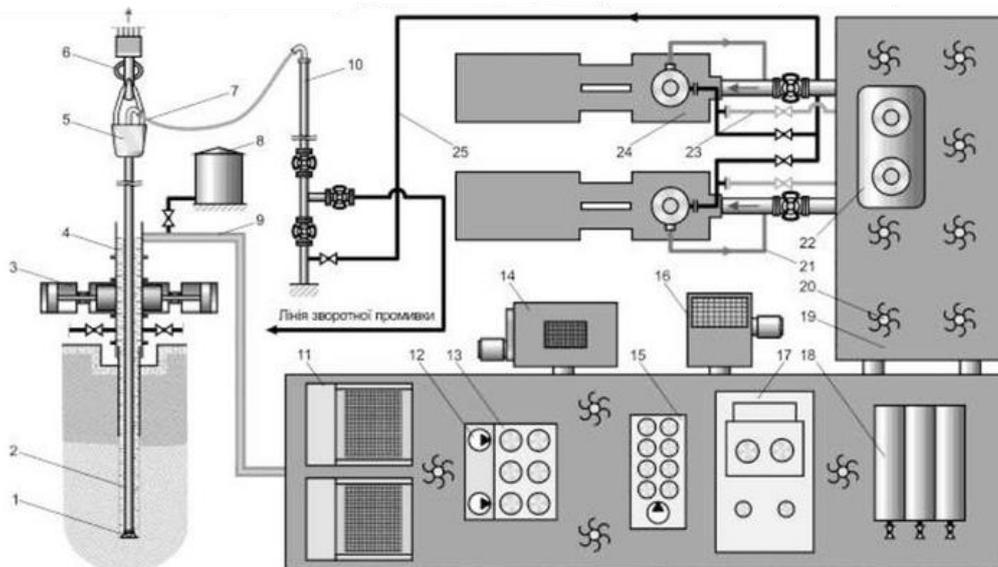
**ORCID ID: 0000-0002-3516-4852** **Книш Максим Ігорович**  
аспірант кафедри нафтогазової інженерії та технологій  
*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

УКРАЇНА

Насосно-циркуляційний комплекс бурової установки (рис. 1) включає в себе наземні пристрої і споруди, що забезпечують промивання свердловин шляхом багаторазової примусової циркуляції бурового розчину по замкнутому колу [1]: буровий насос – вибій свердловини – буровий насос. Багаторазова замкнута циркуляція дає значну економічну вигоду завдяки скороченню витрат хімічних компонентів та інших матеріалів, які входять до складу бурового розчину.

Насосно-циркуляційний комплекс бурової установки складається з взаємопов'язаних пристроїв і споруд, призначених для виконання наступних основних функцій:

- нагнітання бурового розчину в бурильну колону для циркуляції в свердловині в процесі буріння, промивання і ліквідації аварій;
- підведення до долота гідравлічної потужності, що забезпечує високу швидкість витікання (до 180 м/с) розчину з його насадок для часткового руйнування породи і очищення вибою від вибурених її частинок;
- підведення енергії до гідравлічного вибійного двигуна;



**Рис. 1. Насосно-циркуляційний комплекс бурової установки:**  
**1 – долото; 2 - бурильна колона; 3 – превентор; 4 – зливна воронка;**  
**5 – вертлюг; 6 – гакоблок; 7 – буровий рукав; 8 – доливна ємність;**  
**9 – жолоб; 10 – стояк; 11 – вібросито; 12 – шламовий насос;**  
**13 – гідро циклонна установка; 14 – глиномішалка; 15 – муловідділювач;**  
**16 – фрезерно-струминний млин; 17 – дегазатор; 18 – блок хімреагентів;**  
**19 – приймальний блок; 20 – розмішувач; 21 – лінія зливу від запобіжного**  
**клапана; 22 – блок підірних насосів; 23 – пускова лінія;**  
**24 – буровий насос; 25 - маніфольд**

– приготування нового бурового розчину;  
 – зберігання запасного бурового розчину і підтримання його властивостей при зупинках циркуляції.

Проведеними дослідженнями встановлено, що використання 3-поршневих бурових насосів односторонньої дії для буріння глибоких свердловин є більш доцільним ніж 2-поршневих двосторонньої дії, оскільки:

- вони дозволяють подавати більшу кількість бурового розчину в свердловину за одиницю часу, мають більшу потужність та подають розчин під більш високим тиском, що суттєво важливо при збільшенні глибин буріння;

- конструктивна схема насосів триплекс порівняно з насосами дуплекс забезпечує меншу металомісткість на 30-40 %, полегшення умов праці та зменшення часу на заміну деталей, транспортування і монтаж на робочому місці;

- в них зменшена нерівномірність подачі більше ніж удвічі порівняно з двопоршневими, а нерівномірність тиску у 5 разів, що дало змогу підвищити їх швидкохідність і зменшити об'єм та масу пневмокомпенсаторів;

- при потужності до 140 кВт їх можна використовувати без пневмокомпенсаторів;

- в них є можливість охолодження робочої поверхні циліндрової втулки в зоні її контакту з поршнем;

- в них реалізується схема гідравлічної коробки (клапан над клапаном), що зменшує шкідливий об'єм і підвищується коефіцієнт подачі, тому відповідно і коефіцієнт корисної дії насоса;

- вони більш швидкохідні і в них використовується менший діаметр клапана.

Буровий 3-поршневий насос односторонньої дії НБТ-600 (рис. 2), складається з двох основних частин: гідравлічної та приводної, які функціонально зв'язані між собою і змонтовані на рамі. На насосі встановлено систему охолодження і змащування.

Довговічність бурових насосів багато в чому визначається ефективністю захисту від проникнення абразивних частинок бурового розчину на робочі поверхні циліндро-поршневої пари, що в свою чергу визначає частоту заміни змінних деталей і вузлів бурових насосів, а також міжремонтні терміни останніх. У використуваному поршні циліндро-поршневої пари бурового насоса НБТ-600 повністю не вирішується питання захисту від проникнення абразивних частинок бурового розчину на робочі поверхні циліндро-поршневої пари, особливо при подачі у свердловину обважнених бурових розчинів.

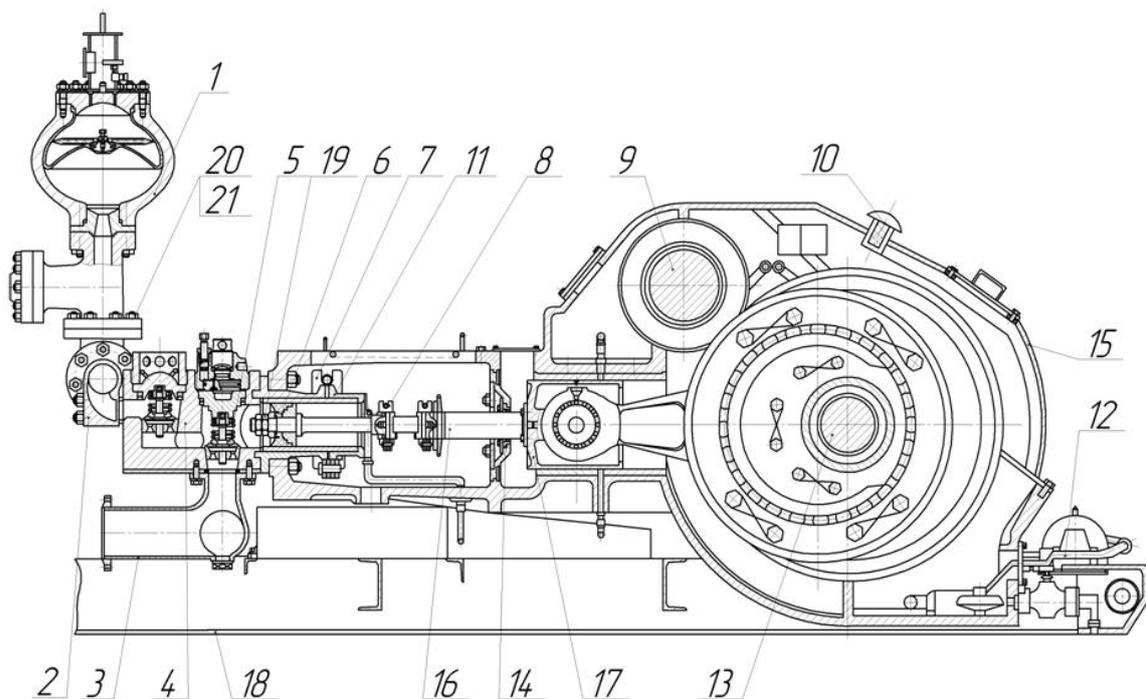


Рис. 2. Насос НБТ-600:

- 1 – пневмокомпенсатор; 2 – вихідний колектор; 3 – вхідний колектор;  
 4 – гідравлічна частина; 5 – клапанна група; 6 – поршень; 7 – муфта  
 циліндротримача; 8 – хомут; 9 – вал трансмісійний; 10 – сапун;  
 11 – циліндротримач; 12 – система змащення; 13 – вал ексцентриковий;  
 14 – вузол ущільнюючий; 15 – станин; 16 – контршток; 17 – крейцкопф;  
 18 – рама

В основу модернізації бурового насоса покладена задача створення системи гідрозахисту циліндро-поршневої пари, що забезпечує зменшення її зносу за рахунок створення умов, що виключають потрапляння абразивних частинок бурового розчину на їх робочі поверхні; спрощення конструкції, підвищення надійності роботи системи гідрозахисту і скорочення витрат мастильно-охолоджувальної рідини.

На основі проведених досліджень авторами запропонована принципово нова система гідрозахисту циліндро-поршневої пари трьохциліндрового бурового насоса (рис. 3).

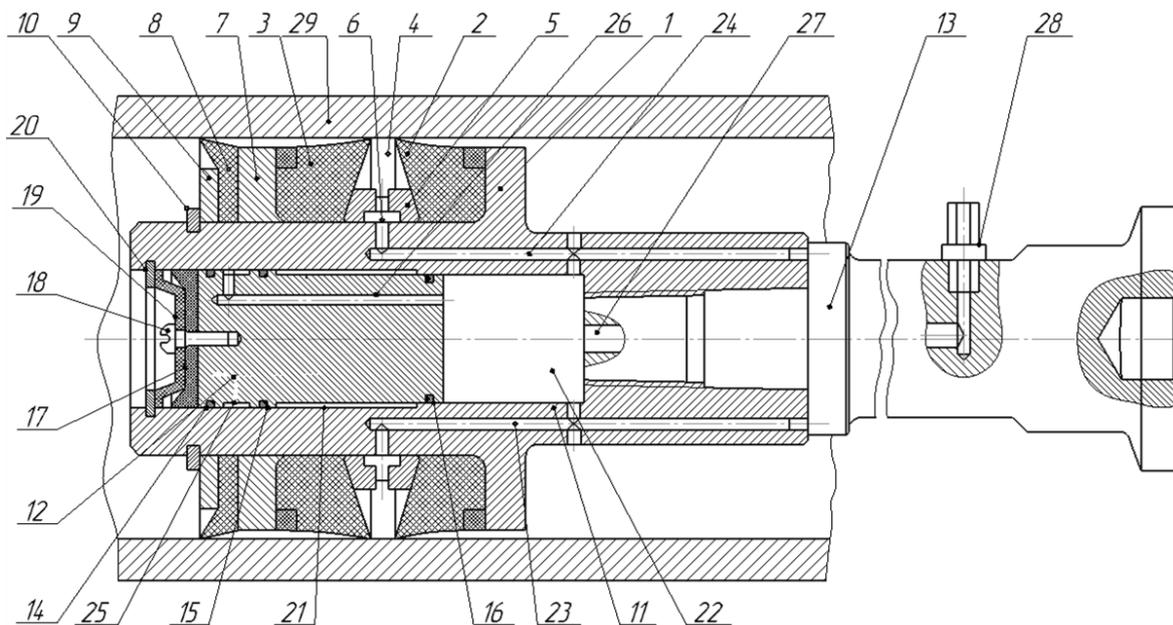


Рис. 3. Модернізована система гідрозахисту циліндро-поршневої пари бурового насоса НБТ-600:

1 – серцевина; 2, 3 – самоущільнювальні манжети; 4, 25 – гідрозатворна камера; 5 – розпірне кільце; 6 – внутрішнє розточення; 7, 9, 19 – шайба; 8, 17 – манжета-брудознімач; 10, 20 – пружинне кільце; 11 – розточення; 12 – диференційний поршень; 13 – шток; 14, 15, 16 – ущільнювальні кільця; 18 – гвинт; 21 – камера; 22 – камера підвищеного тиску; 23, 24, 26, 27 – отвір; 28 – зворотній клапан; 29 – циліндрова втулка

Оскільки в даному пристрої найбільш важкий режим роботи у самоущільнювальної манжети 2, тому конструктивне рішення повинно забезпечити створення умов, що виключають потрапляння абразивних частинок в зону її роботи. З цією метою в пристрої створені дві гідрозатворні камери 4 і 25, які унеможливають попадання в них абразиву і створюють комфортні умови роботи самоущільнювальної манжети 3 і ущільнювального кільця 14. У гідрозатворних камерах 4 і 25 знаходиться мастильно-охолоджувальна рідина під тиском, який завжди перевищує тиск в робочій камері циліндро-поршневої пари насоса, що перешкоджає проникненню абразивних частинок в зону контакту манжети 3 з циліндровою втулкою і ущільнювального кільця 14 з поверхнею розточення серцевини 1 і зумовлює появу змащувальної плівки на робочій поверхні циліндрової втулки.

При такті всмоктування циліндро-поршневої пари в гідрозатворних камерах 4 і 25 тиск створюється насосом, який подає мастильно-охолоджувальну рідину з тиском, що перевищує тиск у всмоктувальній лінії бурового насоса.

При такті нагнітання циліндро-поршневої пари в гідрозатворних камерах 4 і 25 тиск мастильно-охолоджувальної рідини створюється за рахунок різниці площ диференціального поршня з діаметрами  $D_1$  і  $D_2$  при закритому зворотному клапані 28.

Проникненню абразивних частинок в зону контакту самоущільнювальної манжети 3 і ущільнювального кільця 14 перешкоджають також манжети-брудознімачі 8 і 17, що видаляють з поверхні тертя прилиплі тверді частинки. Самоущільнювальна манжета 3 і ущільнювальне кільце 14 не схильні до

втомного руйнування, так як перепад тиску на них не перевищує 5-10% від робочого тиску насоса.

Модернізована система гідрозахисту циліндро-поршневої пари трьохциліндрового бурового насоса працює наступним чином. При збиранні поршня камери 4, 6, 25 і 22 заповнюються мастилом. Перед пуском бурового насоса мастильно-охолоджуюча рідина допоміжним насосом закачується в гідроакумулятор, з якого через зворотний клапан 28 і отвір 27 в штоку мастильно-охолоджувальна рідина направляєється в камеру підвищеного тиску 22.

У циклі всмоктування в циліндро-поршневій парі під тиском мастильно-охолоджувальної рідини диференційний поршень 12 переміщається в крайнє ліве положення, а в камерах 4, 6 і 25 підтримується тиск, що дорівнює тиску в гідроакумуляторі.

У циклі нагнітання в циліндро-поршневій парі під дією тиску бурового розчину диференційний поршень переміщається щодо робочого поршня вправо, створюючи в камері підвищеного тиску 22 (і далі в камерах 4, 6 і 25) тиск, що перевищує тиск бурового розчину пропорційно відношенню площ торцевих поверхонь диференціального поршня. Високий тиск в камерах 4 і 25 створює перетікання мастильно-охолоджувальної рідини в бік камери нагнітання циліндро-поршневої пари і зберігає зону тертя від попадання в неї бурового розчину і абразиву.

**Висновки.** У запропонованій модернізованій системі реалізований механізм захисту робочих органів насосів від впливу абразиву бурових розчинів, який не допускає проникнення абразивних частинок з розчину, що надходить в циліндр насоса, на поверхню тертя поршня і циліндричної втулки насоса внаслідок створення протитоку чистої рідини в зазорі циліндро-поршневої пари як під час ходу всмоктування, так і нагнітання за допомогою гідравлічної системи, що створює тиск, який перевищує тиск в робочій камері бурового насоса.

Завдяки запропонованій модернізації система гідрозахисту циліндро-поршневої пари дозволяє практично повністю запобігти впливу абразиву бурових розчинів на зносостійкість поршнів і циліндрових втулок бурових насосів і підвищити їх довговічність.

#### Список використаних джерел:

- [1] Войтенко В.С. (2012). Технологія і техніка буріння: узагальнююча довідникова книга. Львів: Центр Європи, 708 с.
- [2] Колей Б.В. (2001). Розрахунок, монтаж і експлуатація бурового обладнання. Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 224 с.
- [3] Мислюк М.А. & Рибчич І.А., & Яремійчук Р.С. (2004). Буріння свердловин: довідник в 5 т. Київ: Інтерпрес ЛТД., Т. 3: Вертикальне та скероване буріння, 294 с.