

УДК 621.891

Ю. І. ПАРАЙКО

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

СТРАТЕГІЯ ТРИБОМОНІТОРИНГУ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ НАФТОГАЗОВОГО УСТАТКУВАННЯ З ОБМЕЖЕНИМ РЕСУРСОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Розглянуто умови роботи і причини виходу з ладу вузлів тертя нафтогазового обладнання. Розроблено і запропоновано до впровадження стратегію трибомоніторингу – комплексний науковий підхід з метою підвищення довговічності цих вузлів. В загальному суть полягає в удосконаленні пристроїв для дослідження тертя та спрацювання, модернізації технологій поверхневого зміцнення, розроблення нових конструкцій ущільнень як за умов зворотно-поступального руху, так і при терті ковзання, вдосконалення давачів контролю процесів тертя і в завершенні, на основі отриманих даних, розроблення і впровадження промислових зразків вузлів тертя і технологій зміцнення. Всі напрями розробленої стратегії трибомоніторингу захищені патентами.

Ключові слова: трибомоніторинг, випробування, стенди, зносостійкість, ущільнення, довговічність, технології.

Актуальність проблеми. Аналізуючи причини недостатнього ресурсу вузлів тертя бурового і нафтогазопромислового обладнання, яке експлуатується в екстремальних умовах запропоновано використання стратегії трибомоніторингу, що забезпечить розроблення і виготовлення широкого діапазону лабораторних установок, стендів і випробувального обладнання, що дозволяє розвинути технологію досліджень та створити вдосконалені методи зміцнення зношуваних поверхонь для підвищення довговічності натурних пар тертя нафтогазового устаткування.

Аналіз роботи бурового і нафтогазопромислового устаткування показав, що недостатній його ресурс в основному полягає в передчасних відмовах вузлів тертя. Умови експлуатації подібних вузлів приводять до катастрофічного спрацювання пар тертя або їх окремих деталей. До обладнання, що експлуатується при дії екстремальних навантажень, в абразивних середовищах, значній відносній швидкості контактуючих пар тертя та дії інших чинників відноситься бурове обладнання (це бурові долота, буровий інструмент в свердловині, обладнання циркуляційної системи бурової установки, обладнання для обертання бурильної колони, противикидне обладнання та ін.); нафтогазопромислове устаткування (це фонтанні арматури, підземне обладнання свердловини, верстати – качалки, арматура трубопроводів, устаткування для підземного ремонту свердловин, компресори, насоси та ін.).

Це вказує, що необхідно більш досконально досліджувати з однієї сторони причини незадовільної довговічності нафтогазового обладнання, а з іншої створювати ефективні зміцнюючі експрестехнології і розробляти техніку для їх дослідження, і, що особливо важливо, здійснювати оптимальний вибір матеріалів або покриттів з метою підвищення ресурсу даних вузлів тертя [1].

Постановка задачі досліджень. В цілому, до причин, що виводять з ладу нафтогазове обладнання, відносяться інтенсивне абразивне і газоабразивне

зношування, зношування гумових частин ущільнень, зношування пар тертя в агресивних середовищах, корозійно-механічне зношування, ерозійне зношування, спрацювання внаслідок схоплювання, зношування при розвитку втомних процесів у зонах контактних взаємодій поверхонь, що контактують при терті, при виникненні водневого зношування, при фретінг–корозії, при неналежному використанні мастильних матеріалів і ін. [2].

Результати розроблень та їх аналіз. Вивчення механізму спрацювання вказаних вузлів тертя показало, що в даний час необхідно розвивати трибомоніторинг досліджень, зміст якого заключається в наступному:

- розроблення вдосконалених пристроїв і стендів для дослідження матеріалів і покриттів на тертя та спрацювання;
- вдосконалення конструкцій ущільнень та вузлів тертя;
- розроблення способів і давачів контролю зношування;
- створення високоефективних композицій речовин для зміцнення робочих поверхонь пар тертя, наприклад, при хіміко-термічній обробці та промислових розчинів і т.п. з метою забезпечення отримання кінцевих результатів підвищення довговічності пар тертя.

Розглянемо конкретні результати використання даної стратегії трибомоніторингу.

Враховуючи, що існуючими пристроями для дослідження зразків на абразивне спрацювання не завжди досягаються стабільні умови випробування, такі як кут атаки, енергія удару, густина абразивного потоку, через рикошетування абразивних частинок пропонується закріплювати зрізці на верхній кришці таким чином (див. рис.1), що нормаль від робочої поверхні зразків спрямовано до нижньої кришки [3].

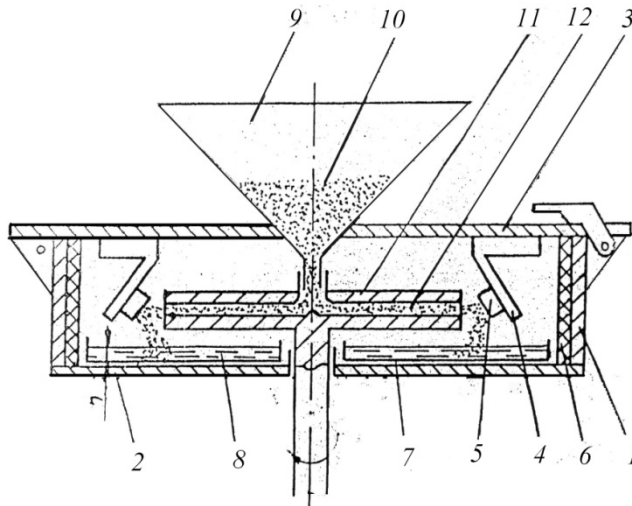


Рис. 1. Пристрій для дослідження зразків на абразивне зношування із забезпеченням високого рівня достовірності

Розроблений пристрій містить камеру, яка складається з циліндричної бокової порожнини 1, нижньої 2 та верхньої 3 кришок, утримачі 4 зразків 5, протектор 6, ємність 7, встановлену на нижній кришці 2, яка заповнена в'язкою рідиною 8.

При випробуваннях абразивний матеріал 10 з бункера 9 потрапляє в ротор 11, який обертається приводом. Кінетична енергія абразивних частинок гаситься завдяки наявності протектора 6 з демпферуючою поверхнею, що дозволяє уникнути повторних взаємодій з досліджуванним зразком.

При використанні існуючих пристроїв для дослідження стирання сипучих матеріалів (наприклад, при застосуванні каталізаторів нафтопереробної та нафтохімічної промисловості) недосконалість їх проявляється в низькій точності і достовірності результатів випробування, оскільки сипучий матеріал стирається і у фільтруючому елементі, крім того, частина матеріалу залишається у фільтрі, чим спотворює результати досліджень.

У зв'язку з цим, запропонована модернізована конструкція високопродуктивного пристрою для дослідження стирання сипучих матеріалів, який забезпечує високу точність і надійність результатів випробування.

Пристрій (рис. 2) складається з корпусу 1, трубопроводу 2, засобу переміщення досліджуваного матеріалу у вигляді планетарного механізму, який містить водило 3, виконане як єдине ціле з блоком шківів 4, опорного центрального зубчастого колеса 5, двох сателітів 6 і приводу обертання водила, який складається з електродвигуна 7, блоку шківів 8 і пасу 9 [4].

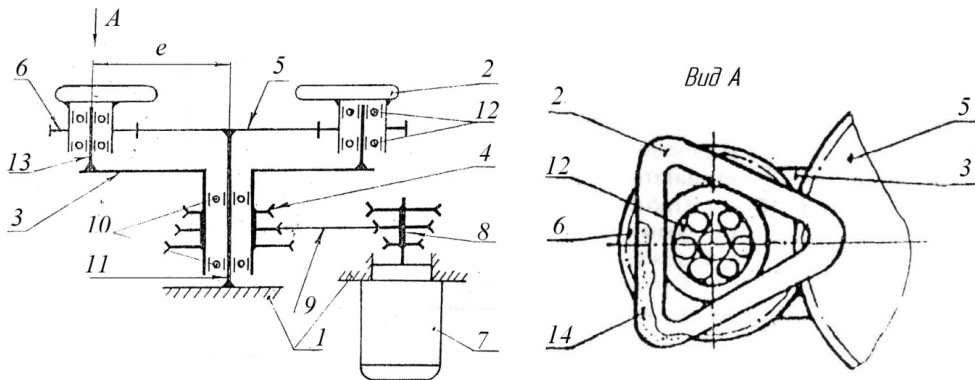


Рис. 2. Пристрій для дослідження стирання сипучих матеріалів

Водило 3, встановлене через підшипники кочення 10 на нерухомо закріпленій одним кінцем у корпусі 1 пристрою осі 11, на другому кінці якої встановлене опорне центральне зубчасте колесо 5. Сателіти 6 встановлені через підшипники 12 на осях 13, які закріплені на водилі 3.

За рахунок обертання водила, засобу переміщення досліджуваного матеріалу, від двигуна через блок шківів виникає відцентрова сила, яка діє на досліджуваний матеріал 14, відкидаючи його в радіальному напрямі від осі 11. Величина відцентрової сили буде залежати від частоти обертання водила і ексцентриситету водила, який залежить від набору змінних сателітів і опорного центрального зубчастого колеса, а частоту обертання підбирають змінюючи передавальне відношення пасової передачі.

Обертання трубопроводу 2 відносно осі 13 при одночасній дії на досліджуваний матеріал відцентрових сил, заставляє останній переміщуватись вздовж трубопроводу, виконаного у вигляді замкнутого багатокутника. При русі матеріалу на згинах трубопроводу виникає викривлення траєкторії окремих його частинок. Частинки, переміщаючись одна відносно іншої, так і відносно трубопроводу, стираються.

Про стирання сипучих матеріалів судять за зменшенням ваги відомої одиниці досліджуваного матеріалу. Запропонований пристрій дозволив підвищити ефективність досліджень за рахунок зменшення часу випробувань, застосування в широких межах змін умов досліджень.

Для дослідження триботехнічних властивостей матеріалів, а саме експрес-оцінки антифрикційних характеристик поверхонь тертя підшипників ковзання, напрямних, торцевих пар тертя використовують пристрій «куля – площина» [5]. Особливість даного пристрою полягає в тому, що область його використання суттєво обмежена класом трибоспряження даної пари тертя. В той же час використання в подібних цілях двох кільцевих зразків, що контактують торцевими поверхнями, а навантаження здійснюється нормальною силою за допомогою вантажів через важіль, обмежене через те, що точки на робочій поверхні торця розміщені на різних радіусах, проходять різний шлях при випробуваннях, а це ставить під сумнів коректність отриманих результатів.

Мета дослідження антифрикційних властивостей матеріалів з високою достовірністю і стабільністю може бути забезпечена використанням пристрою пари тертя циліндричної форми і контрзразка з досліджуваного матеріалу плоскої форми. Навантаження та зворотно-обертальний рух забезпечують за допомогою маятника. Фіксуючи довжину шляху тертя в парі тертя визначають коефіцієнт тертя.

Пристрій (рис. 3) складається з корпусу 1, досліджуваної пари тертя, що містить циліндричний зразок 2 і контрзразок у вигляді двох пластин 3, розміщених V-подібно, маятника 4, ємності 5 для оливи 6, механізмів зміни кута 7 між пластинами і лічильника довжини шляху тертя 8. При потребі пристрій оснащується додатково контрольно-вимірною апаратурою для дослідження процесів тибовзаємодії (температури, акустичної емісії, електричних явищ і т.п.). За допомогою механізмів 7 змінюють кут α між пластинами 3. При цьому навантаження в парі тертя P визначається із залежності:

$$P = \frac{mg}{2 \sin \frac{\alpha}{2}},$$

де m – маса системи маятника 4 – зразок 2; g – прискорення вільного падіння.

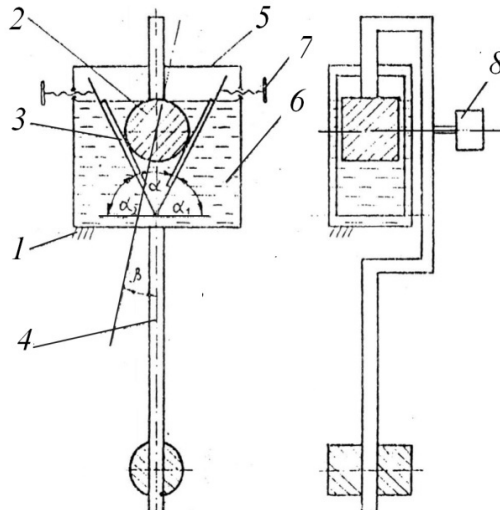


Рис. 3. Пристрій для дослідження антифрикційних характеристик матеріалів

Для забезпечення рівномірності навантаження між зразком 2 і кожною з пластин необхідно їх симетричне розміщення відносно вертикальної осі ($\alpha_1 = \alpha_2$). Маятник 4 відводиться в крайнє положення (кут β), відпускається і він починає здійснювати коливання. При цьому здійснюється тертя в парі 2-3, внаслідок чого коливання маятника затухають.

Втрата потенційної енергії маятника іде на роботу сил тертя. За допомогою лічильника δ визначають довжину шляху тертя і з відомої залежності знаходять коефіцієнт тертя:

$$f = \frac{mgl_{np}(1 - \cos \beta)}{PL},$$

де m – маса маятника; l_{np} – приведена довжина маятника; β – кут початкового відхилення маятника від положення рівноваги; L – довжина шляху тертя.

Міняючи кут α отримують залежність коефіцієнта тертя від нормального навантаження. Даний пристрій використовується для дослідження антифрикційних властивостей оливо і консистентних масел.

Значний інтерес в машинобудуванні знаходить спосіб фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) внутрішніх циліндричних поверхонь [6]. Однак пристрої для реалізації ФАБО примітивні і не дають можливість координувати технологічний процес зміцнення або нанесення антифрикційного покриття. В зв'язку з цим на основі існуючих даних трибомоніторингу розроблено пристрій ФАБО [6].

Пристрій (рис. 4) складається з корпусу 1, встановленого за допомогою пластини 2 в різцетримачі токарного верстату, двох циліндричних натираючих вузлів 3, опозитно розміщених в корпусі 1 з можливістю радіального переміщення відносно нього, причому в кожному з натираючих вузлів з однієї торцевої сторони (робочої) закріплено інструмент – натираючий стрижень 4 діаметром d з мідьвмістного або іншого антифрикційного матеріалу: міді, бронзи, латуні, срібло-мідного сплаву і т.п., а інша торцева поверхня натираючого вузла 4 виконана в вигляді сфери 5. Пристрій містить також шток 6 та вузол навантаження, що складається з закріпленого на штоці 6 пружного елемента 7, виконаного у вигляді U-подібної пружини, останній встановлений в основах опозитно виконаних пазах 8, 9 корпусу 1, причому пружний елемент 7 оснащений індикатором 10, призначеним для фіксації прикладеної до штока 6 сили P та стискаючого гвинта 11, який взаємодіє через кулькову опору 12 з пружним елементом 7 і приводиться в обертання маховиком 13. На штоці 6 шарнірно закріплений клин 14 з кутом загострення α .

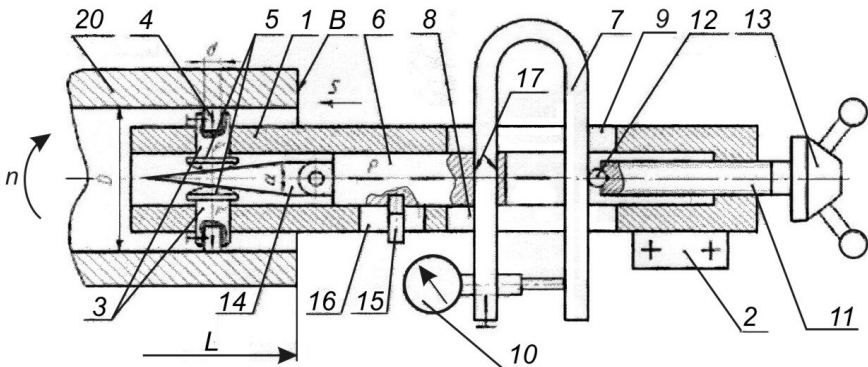


Рис. 4. Пристрій для фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) внутрішніх циліндричних поверхонь

Натираючі стрижні 4 взаємодіють з оброблюваною внутрішньою циліндричною поверхнею діаметром D деталі 20 довжиною L . Враховуючи замовлення деяких машинобудівних заводів, розроблено пристрій для нанесення антифрикційних і відновлювальних покриттів на зовнішні циліндричні поверхні методом ФАБО [7].

Значна кількість вузлів тертя нафтогазового обладнання працює при зворотно-поступальному русі. Термін служби даних вузлів вкрай незадовільний. В той же час існує випробувальне обладнання має ряд недоліків [2]. Основний недолік полягає в тому, що за цикл зворотно-поступального переміщення відбувається зміна навантаження за законом з одним максимумом, що значно обмежує можливості моделювання процесу тертя. Нами розроблено пристрій для дослідження матеріалів на тертя і спрацювання [8] при зворотно-поступальному русі і змінному навантаженні.

Пристрій працює наступним чином (рис. 5).

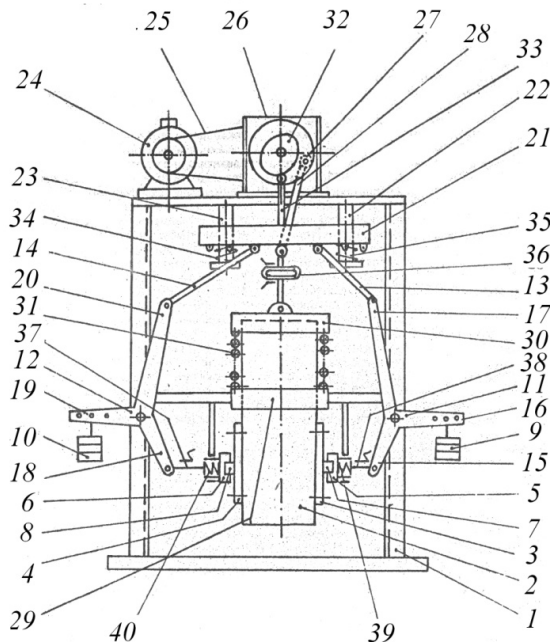


Рис. 5. Пристрій для дослідження матеріалів на тертя і спрацювання при зворотно-поступальному русі і змінному навантаженні

Підготовлені зразки 3, 4 закріплюють на повзуні 2. З ними в контакт вводяться контрзразки 7, 8, які закріплені в утримувачах 6 і 7. Нормальне навантаження створюється вузлами навантаження шляхом встановлення на плечах 16 і 19 тягарів 9, 10. Величина навантаження буде залежати від маси тягарів 9, 10 і місця їх закріплення на плечах 16 і 19. Обертний рух від двигуна 24 через пасову передачу 25 передається на варіатор 26. На тихохідному валу закріплений кривошип 27, який через шатун 28 забезпечує зворотно-поступальне переміщення повзуна 2, що закріплений на напрямній 29. Амплітуду переміщення повзуна 2 можна регулювати зміною радіуса кривошипа 27. Переміщення повзуна 21 з закріпленими на ньому зразками 3, 4 забезпечує їх рух відносно контрзразків 7, 8. На одному валу з кривошипом 27 закріплений кулачок 32, який через штовхач 33 забезпечує зворотно-поступальне переміщення навантажувального повзуна 21, який рухається по

напрямних 22 і 23 паралельно повзуну 2. Навантажувальний повзун 21 через тяги 13 і 14, які закріплені на ньому шарнірно, взаємодіє з плечами 17 і 20 важелів регулювання 11 і 12. Величина плечей 17 і 20, тяг 13, 14 і місце їх закріплення на навантажувальному повзуні 21 визначають поворот важелів 11 і 12, при цьому контрзразки 7 і 8, які через пружини 39 і 40 зв'язані з важелями 11 і 12, з різною нормальною силою притискаються до зразків 3 і 4. Зміна профілю кулачка 32, величини ланок 13, 14, 17 і 20 і місця закріплення тяг 13 і 14 на повзуні 21 дозволяє змінювати закон, за яким діє нормальне навантаження в досліджувальних парах тертя. Розміщення кривошипа 27 і кулачка 32 на одному валу дозволить узгодити закон зміни нормального навантаження з переміщенням в парі тертя, а також моделювати значну кількість трибоспостережень машин і механізмів.

В ході випробування ресструється нормальна сила за допомогою вузлів 37 і 38 і сила тертя вузлом 36. При від'єднанні тяг 13 і 14 від повзуну 21 можливі випробування матеріалів на тертя і спрацювання при постійному нормальному навантаженні в парах тертя 3-5 і 4-6.

Позитивний ефект від використання даного пристрою обумовлюється можливістю моделювання широкого класу трибоспостережень зворотно-поступальним переміщенням і складним законом зміни нормального навантаження між елементами трибоспостережень.

Значна кількість бурового і нафтогазопромислового обладнання працює з використанням різьбових з'єднань. Переважна більшість яких регламентується наступними стандартами (виготовлення, експлуатація, контроль якості, дефектоскопія):

ГОСТ 631-75 «Трубы бурильные с высаженными концами и муфты к ним»;

ГОСТ 8467-83 «Трубы стальные бурильные ниппельного соединения для геологоразведочного бурения. Технические условия»;

ГОСТ 5286-75 «Замки для бурильных труб»;

ГОСТ 27834-95 «Замки приварные для бурильных труб. Технические условия»;

Стандарт 5В АНІ «Технічні умови Американського нафтогазового інституту на різьби, калібри і контроль різьби» та ін.

Як правило, обладнання, що використовується для досліджень даних різьб, громіздке, вимагає значних витрат часу і досить дороге у виготовленні та експлуатації. Враховуючи, що термін експлуатації різьбових з'єднань бурового інструменту в основному залежить від стійкості до спрацювання, розроблений спеціальний стенд для трибологічних досліджень пар тертя з конічними спряженими поверхнями (рис. 6) [9].

Сутність даної розробки полягає в тому, що дослідження в повній мірі відтворює натурну роботу різьб нафтогазового сортаменту, включаючи можливість відтворювати зношування окремих витків натурних розмірів. При цьому в конічній парі тертя реалізується реверсивне тертя ковзання з монотонною зміною осьового навантаження. Стенд (рис. 6) [9] працює за допомогою електродвигуна 6, який обертає утримувач 2, на якому закріплено елемент пари тертя 3 з внутрішньою конічною поверхнею, яка взаємодіє з зовнішньою конічною поверхнею елементу 5. На нерухомо встановлених по

відношенню до корпусу *1* направляючих стержнів *9* встановлені в утримувач елементу пари тертя *4* і траверса *10*, що обмежує степінь свободи їх по відношенню до зворотно-поступального руху вверх-вниз вздовж напрямних *9*.

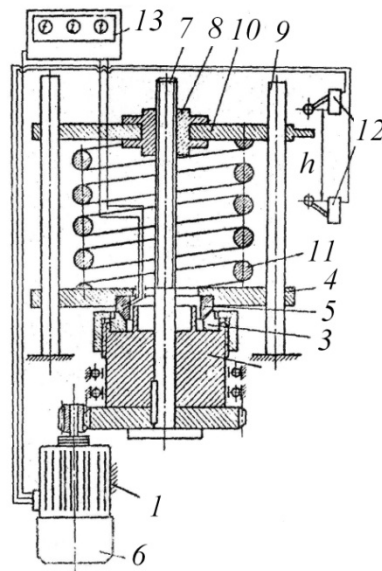


Рис. 6. Стенд для трибологічних досліджень пар тертя з конічними спряженими поверхнями

Гвинт *7* разом з траверсою *10* починає переміщатися вниз, при цьому зусилля від стискаючої пружини *11* передається утримувачу *4* елемента *5*. Таким чином, здійснюється навантаження пари тертя з конічними спряженими поверхнями. При досягненні максимально заданого навантаження траверса *10* діє на обмежувач електродвигуна, тобто тертя на парі *3* і *5* змінює знак на протилежний, а навантаження поступово зменшується згідно наперед заданої програми. Циклічний режим роботи стенда в повній мірі відповідає різьбам, наприклад, бурових замків. Враховуючи, що утримувач *2* виготовлений з ребордою, яка утворює внутрішню ємність, її можна використати для дослідження пар тертя в різних середовищах з заданим вмістом абразиву.

Стенд оснащений контрольно-вимірювальною апаратурою, причому термопара і вуглецевий омичний давач лінійного спрацювання розміщується в елементі *5*, а коефіцієнт тертя визначають згідно змін електричних параметрів електроприводу *6*. Використання даного стенду дозволяє оптимізувати роботу різьбового з'єднання, вдосконалити його конструкцію, виконувати правильний підбір захисних антифрикційних та зносостійких покриттів, а також мастил з врахуванням реальних експлуатаційних умов.

На вимоги замовника розроблений стенд для випробування пар на тертя та спрацювання ущільнень бурових насосів [10]. Метою створення даного стенду, показаного на рис. 7, є підвищення достовірності досліджень і точності випробувань шляхом встановлення регульованої залежності величини навантаження на пару тертя і від частоти подвійних ходів. Впровадження даної технології випробування дозволило підвищити довговічність ущільнень більше, ніж у 2 рази.

При проведенні випробувань на тертя та спрацювання було встановлено, що існуючі способи вимірювання зношування не завжди володіють необхідною точністю або вимагають застосування складних спеціальних електронних систем обслуговування.

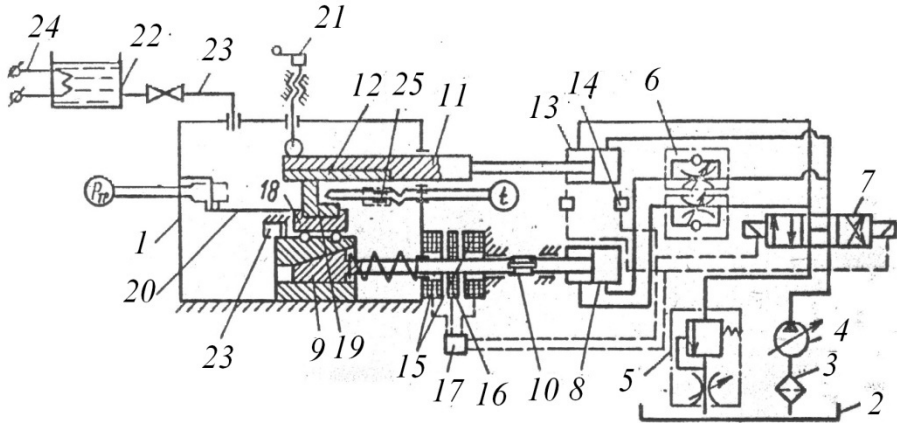


Рис. 7. Стенд для випробування пар на тертя та спрацювання ущільнень бурових насосів: 1 – корпус, 2 - бак з робочою рідиною, 3 - фільтр, 4 - насос, 5, 6 – дросель, 7 – система керування, 8 – шток, 9 – перетворювач клиновий, 10 – компенсатор, 11, 18 - утримувач, 12 – корпус утримувача, 13 – гідроциліндр, 14 – кінцеві вимикачі, 15 – електромагніти, 16 – електроліт, 17 – електроперетворювач, 19 – контрвзирець, 20 – вимірювач сили тертя, 21 – запобіжник, 22 – бак з випробуваною рідиною, 23 - магістраль подачі рідини, 24 – нагрівач, 25- термопара

В зв'язку з вищенаведеним пропонується використовувати спеціальний давач (рис. 8) підвищеної точності за рахунок виключення впливу температурного фактора тертя. З метою підвищення точності оцінювання інтенсивності спрацювання розроблено також давач діагностики спрацювання, виконаного у вигляді магнітного ланцюга, що дозволяє з високою точністю діагностувати границі зношування [11].

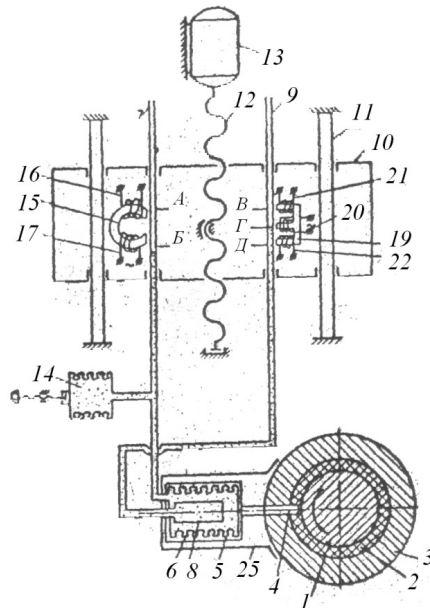


Рис. 8. Давач контролю спрацювання: 1 – вал, 2 – вккладне кільце, 3 – підшипник, 4 – щуп, 5 – пружинний балон, 6 – сифон, 7, 9 – капіляри, 8 – капсула не деформуюча, 10 – плита, 11 – наповнювачі, 12 – гвинтовий привід, 13 – електродвигун, 14 – регулюючий сифон, 15 – основа, 16 – магнітний давач, 17, 18 – магнітопроводи, 19 – додатковий давач, 20 – центральна обмотка, 21, 22 – замірні обмотки

Всі розроблені пристрої захищені патентами або авторськими свідоцтвами, а використання їх при дослідженні дозволяє визначити, що даний науковий напрям щодо трибомоніторингу вузлів тертя нафтогазового обладнання приводить до розроблення як нових технологій, так і досконалих та надійних конструкцій вузлів тертя. Наприклад, запропоновано і впроваджено нову конструкцію ущільнень для запобігання попадання абразиву в зону тертя при зворотно-поступальному русі штоків [12], розроблено і вдосконалено конструкції торцевих ущільнень [13, 14], які дають можливість підвищити їх ресурс і дозволяють прогнозувати час виходу їх з ладу; розроблений новий склад бурового розчину, який дозволяє підвищити довговічність вузлів тертя циркуляційної системи бурової установки [15]. В той же час дослідження стійкості до газоабразивного спрацювання захисних покриттів металевих зразків газотранспортного обладнання дозволило розробити нові склади сумішей для хіміко-термічної обробки боруванням [16, 17], що значно підвищило довговічність не стійких до зношування елементів.

Висновки:

1. Стратегія трибомоніторингу вузлів тертя нафтогазового устаткування для отримання ефективних результатів з метою підвищення їх довговічності, як показано в статті, повинна охоплювати як розроблення вдосконалених пристроїв і стендів для дослідження тертя та спрацювання, розроблення вдосконалених давачів контролю процесів тертя, так і досягнення кінцевих результатів – це і вдосконалення натурних ущільнень саме вузлів тертя і створення нових композицій речовин для хіміко-термічної обробки або випробувальних натурних розчинів з метою досягнення кінцевих результатів підвищення ресурсу.

2. Розглянута стратегія в цілому полягає в розробленні нового наукового напрямку комплексного вирішення проблем підвищення надійності вузлів тертя нафтогазового обладнання. Всі досягнення захищені патентами.

Список літератури

1. Парайко Ю. І. Фундаментальні основи надійності вузлів тертя машин та обладнання нафтогазової промисловості / Парайко Ю. І. // Проблеми тертя та зношування: наук.техн. зб. – К.: «НАУ», 2010, вип. 53.
2. Трибологія: [підручник] / М. В. Кіндрачук, В. Ф. Лабунець, М. І. Пашечко, Е. В. Корбут. – К.: В-во нац.авіац.у-ту «НАУ», 2009.
3. Пат. 22887А України, МПК G01N3/56. Пристрій для дослідження матеріалів на газоабразивне спрацювання / Бурда М. Й., Парайко Ю. І., Гладкий С. І. - №96104042, заявл. 24.10.96., опубл. 30.06.98.
4. Пат. 18112А України, МПК G01N3/56. Пристрій для дослідження стирання сипучих матеріалів / Бурда М. Й., Герасимів Г. В., Парайко Ю. І., Гладкий С. І. - №96114401, Заявл. 25.11.96, опубл. 31.10.97. Бюл. №5.
5. Пат. 18113А України, МПК G01N3/56. Спосіб дослідження антифрикційних характеристик матеріалів / Парайко Ю. І., Бурда М. Й., Климишин Я. Д., Герасимів Г. В. - №96114399, Заявл. 25.11.96, опубл. 31.10.97. Бюл. №5.
6. Пат. 984222А України, МПК C23C17/31. Пристрій для фінішної антифрикційної без абразивної обробки внутрішніх поверхонь / Парайко Ю. І., Бурда М. Й., Бурда Ю. М. - №201105495, Заявл. 29.04.2011, опубл. 10.05.2012. Бюл. №9.
7. Пат. 23690А України, МПК C23C17/00. Пристрій для фрикційно- механічного нанесення покриттів / Парайко Ю. І., Герасимів Г. В., Бурда М. Й., Климишин Я. Д. - №96114190, Заявл. 11.11.96, опубл. 31.08.98. Бюл. №4.

8. Пат. 21858А України, МПК G01N3/56 Пристрій для дослідження матеріалів на тертя і спрацювання / Парайко Ю. І., Гладкий С. І., Бурда М. Й., Малько Б. Д. - №95010002, Заявл. 02.01.95, опубл. 30.04.98. Бюл. №2.

9. А. с. №1758504, МКИ G01N3/56. Стенд для трибологических исследований пары трения с коническими сопряженными поверхностями./ Парайко Ю. И., Бурда М. Й., Дрогомирецкий Я. М., Шлапак М. В., Петровский Б. И. - №4842452, Заявл. 25.06.90, опубл. 30.08.92. Бюл. №32.

10. А. с. №1259149, МКИ G01N3/56. Устройство для испытания пары трения на износ при возвратно-поступальном движении/ Парайко Ю. И., Березанский С. А., Бурда М. Й., Дрогомирецкий Я. М., Шендик В. Н. - №4379155, Заявл. 14.12.87, опубл. 23.10.89. Бюл. №39.

11. А. с. №1516881, МКИ G01N3/56. Датчик контроля износа / Белоусов В. Я., Бурда М. Й., Богатчук И. М., Парайко Ю. И. - №395612, Заявл. 08.04.85, опубл. 23.09.86. Бюл. №35.

12. Пат. 17727А України, МПК F16J15/32. Вібраційний брудознімач / Гладкий С.І., Климишин Я. Д., Парайко Ю. И., Бурда М. Й., Соловка А. М. - №96093489, Заявл. 09.09.96, опубл. 31.10.97. Бюл. №5.

13. А. с. №857606, МКИ F16J15/34. Торцевое уплотнение / Парайко Ю. И., Белоусов В. Я., Бурда М. Й., Рагимов Р. Х. - №2811271, Заявл. 16.08.79, опубл. 23.08.81. Бюл. №31.

14. А. с. №821827, МКИ F16J15/34. Торцевое уплотнение / Парайко Ю. И., Белоусов В. Я., Дрогомирецкий Я. М. - №2660647, Заявл. 08.09.78, опубл. 15.04.81. Бюл. №14.

15. А. с. №18238364, МКИ C09K7/02. Буровой раствор / Дрогомирецкий Я. М., Парайко Ю. И., Нестор В. П., Мельник И. С., Барабаш И. В., Кравець П. Е. - №4850407, Заявл. 07.05.90, опубл. 30.08.93, Бюл. №32.

16. А. с. №775173, МКИ C23C9/02. Порошковый состав для борирования / Белоусов В. Я., Колеватова Р. А., Муравья Е. С., Парайко Ю. И. - №2720409, Заявл. 30.01.79, опубл. 30.10.80, Бюл. №40.

17. А. с. №783359, МКИ C23C9/04. Состав для диффузионного насыщения / Белоусов В. Я., Колеватова Р. А., Муравья Е. С., Парайко Ю. И., Шкурлатов В. В. - №2720391, Заявл. 31.01.79, опубл. 30.11.80, Бюл. №44.

Стаття надійшла до редакції 03.06.2014

Yu. I. PARAİKO

TRIBOMONITORING STRATEGY OF FRICTION UNITS OF OIL AND GAS EQUIPMENT WITH LIMITED EXPLOITATION RESOURCE

Analysis of oil and gas drilling and operation equipment showed that the lack of resources it basically is premature failure of friction units. Operating these units lead to catastrophic wear of friction pairs or individual parts. Before the equipment is operated under the action of extreme loads, abrasive media, a large relative velocity of the contacting pairs of friction and the action of other factors related drilling equipment (that drill bits, drilling tools in hole, equipment circulation of the drilling rig and equipment for the rotation of the drill string, blowout equipment, etc.) oil and gas equipment (this is well-control equipment, structural equipment hole saws - rocking, valves piping and equipment for underground repair of wells, compressors, pumps, etc.). The conditions of work and the reasons for the failure of friction units of oil and gas equipment are considered. Developed and proposed for implementation of the tribomonitoring strategy - an integrated scientific approach to improve the durability of these units. The general aim is to improve the devices for the study of friction and wear, surface hardening technology upgrading, develop new designs as per the terms seals reciprocating and sliding friction, improve process control sensors and friction in the completion of the data based on the development and implementation industrial models of friction units and technology enhancement. All the areas of developed tribomonitoring strategy are protected by patents.

Keywords: tribomonitoring, test stands, wear resistance, sealing, durability and technology.

Парайко Юрій Іванович – канд. техн. наук, доцент кафедри нафтогазового обладнання, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, yozh@nunq.edu.ua.