

кість для підсмоктування рідини у внутрішню трубу.

Література

1. Гусман А.М., Мительман Б.И. Исследование выноса шлама из зоны долота в затрубное пространство // Нефтяное хозяйство. – М.: Недра, 1975. – № 2. – С.17-19.

2. Колесников В.Г. и др. Повышение показателей работы долот за счет совершенствования системы промывки // Серия: Бурение. – М.: ВНИИОЭНГ, 1976. – № 2. – С.3-4.

3. Пешанов Ю.А., Басанов Ю.И. Совершенствование вооружения и промывочных устройств шарошечных долот // Серия: Бурение газовых и газоконденсатных скважин. – М.: ВНИИОЭНГ, 1979. – Вып. 7. – С. 23-24, 54-56.

4. Марик В.Б. Вибір критеріїв порівняння гідравлічної досконалості доліт // Нафт. і газ. пром-сть. – К., 2001. – № 4. – С.15-17.

5. Повышение эффективности разрушения горных пород при бурении глубоких скважин // Серия: Бурение газовых и газоконденсатных скважин: Обз. инф. – М., 1979. – Вып. 5.

6. Bizanti M.S., Blik E.F. Proper nozzle configuration helps clean around the bit // "World Oil", 1984, XII, vol. 199, № 7, p.100-107.

7. Шищенко Р.И., Есьман Б.И., Кондратенко П.И. Гидравлика промывочных жидкостей. – М.: Недра, 1976. – 294 с.

УДК 621.89

СТАРІННЯ МАСТИЛЬНИХ ОЛИВ ТА АНАЛІЗ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ СИСТЕМ ОЦІНКИ ЇХ СТАНУ

І.І.Шостаківський, Ю.І.Парайко

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 994-419
e-mail: yozh@nung.edu.ua

В статье рассмотрен процесс старения смазочных масел с эксплуатационной, механической и термохимической точек зрения. На примере различных проб масел продемонстрирована противоречивость результатов общепринятых методов испытаний смазочных масел и критически рассмотрена возможность их использования в качестве критериев оценки эксплуатационной пригодности масел.

General mechanisms of lubricant oils changes during the exploration, and the importance of the mechanisms' control for the reliable oil-and-gas equipment work are analyzed and demonstrated. By the example of various samples discrepancy of results of the standard lubricant oils test methods is shown and the opportunity of their use is critically considered as criteria of an estimation of operational suitability of oils.

Встановлення технічно правильних і економічно доцільних термінів служби оливи є одним із найважливіших питань застосування мастильних матеріалів. В Україні останнім часом ці проблеми набули особливої актуальності. Ринковий попит на нафтопродукти привів до зміни діючої виробничої структури підприємств, структури імпорту-експорту, асортименту продукції і систем її реалізації. Загальний асортимент авіаційних, моторних, трансмісійних, гідравлічних, турбінних, компресорних, електроізоляційних та інших оливи, що виробляються на українських підприємствах налічує більше 200 найменувань, у тому числі моторних і трансмісійних оливи – понад 65. Разом з цим спостерігається значне збільшення обсягів мастильних матеріалів з-за кордону, як з ринків СНД, так і західних. Такий приток імпортованих мастильних матеріалів пов'язаний перш за все з тим, що вітчизняні потужності нафтопереробних заводів дають можливість забезпечити Україну мастильними оливами лише на 44%. За різними експертними оцінками в Україні в най-

ближчі роки можна очікувати попит мастильних оливи до 900 тис. тонн на рік, а потреба, зокрема, в трансмісійних оливах сягає не менше 50000 тонн. В умовах такого великого розмаїття асортименту ще гостріше постають питання відповідності мастильних матеріалів різного виробництва, вибір мастильних матеріалів з точки зору співвідношення якості та вартості, а також встановлення оптимальних термінів служби оливи з точки зору їх здатності задовольняти визначеним експлуатаційним вимогам у різних умовах застосування.

Необхідність заміни оливи в двигунах, компресорах, редукторах та інших вузлах і агрегатах нафтогазопромислової галузі пов'язана з тим, що в процесі експлуатації відбувається явище її *старіння*, що полягає в поступових, необернених змінах мастильних матеріалів у часі, які негативно впливають на тривалість і якість реалізації їх функцій, а також призводять до підвищення зношування деталей вузлів та механізмів, утворення відкладень на них і, як

наслідок, до значного скорочення міжремонтного періоду експлуатації обладнання, підвищення ризику аварійності.

Досить поширеною є уява про те, що часта заміна оливи сприяє кращому функціонуванню машин та механізмів. Проте, часта заміна оливи може призводити і до негативних наслідків, наприклад, до підвищеного зношування пар тертя та до не виправданого підвищення експлуатаційних витрат на обслуговування, збільшення витрат мастильних матеріалів, і зниження готовності техніки. Крім того, розумне подовження термінів заміни оливи – це реальний шлях економії нафтових ресурсів, хоча, не варто забувати, що надмірна тривалість роботи оливи призводить до підвищеного забруднення і зношування деталей, що викликає зменшення міжремонтних термінів і загального строку служби обладнання.

Слід зазначити, що аналіз світової практики використання мастильних оливи свідчить про те, що в останні роки термін служби оливи за кордоном збільшується. Цьому сприяє підвищення якості мастильних оливи, що випускаються, та вдосконалення систем змащування і конструкції змащуваних вузлів і деталей. Проте необґрунтоване збільшення терміну роботи оливи, за умови відсутності істотної зміни технічного парку та реформування системи забезпечення мастильними матеріалами неминуче негативно відбивається на стані нафтогазового обладнання.

З огляду на все вищенаведене встановлення оптимальних термінів служби мастильних матеріалів є не тільки надзвичайно важливим, але й складним, комплексним завданням, вирішення якого повинно одночасно задовольняти як експлуатаційно-технологічним умовам, метою яких є забезпечення надійності роботи змащуваних машин і механізмів; так і економічним умовам, що полягають у виборі раціонального підходу до вибору та витрати оливи. Вибір параметрів, що дають змогу характеризувати інтенсивність протікання процесу старіння оливи під час роботи обладнання і оцінити стан оливи представляє значний практичний інтерес.

Формулювання терміну “старіння” як сукупності сумарних необернених процесів зміни стану оливи в часі, викликаних *хімічними, термічними і механічними* впливами не викликає сумнівів, у той час, як зміст явища старіння залишається дискусійним і до кінця не вивченим.

Найвизначенішим є *механічний* вплив. З цієї точки зору старіння відбувається внаслідок забруднення оливи так званими зовнішніми забрудненнями – сторонніми механічними домішками (дорожній пил з атмосфери, металеві частинки внаслідок зносу деталей двигуна, сажа та інші тверді речовини). Також під час роботи двигуна в оливу може попадати частина важких фракцій пального, особливо часто це спостерігається в карбюраторних двигунах на відносно холодних режимах роботи і за умови застосування палив з обважненим фракційним складом. Слід зауважити, що механічні впливи

можуть викликати також обернені зміни стану оливи, ці зміни носять реологічний характер (наприклад, зміни в'язкості внаслідок зміни тиску).

Значно складнішими і, власне, до кінця не вивченими є *хімічні і термічні* зміни мастильних оливи у процесі роботи обладнання. Очевидно, що хімічний вплив призводить до окислення компонентів мастильних оливи тим швидше, чим вища температура. При цьому уможливаються реакції хімічних сполук, присутніх в оливі, а також компонентів оливи з конструкційними матеріалами вузлів тертя. Тому зручніше і доцільніше розглядати ці процеси не як *хімічні* чи *термічні*, а як *термохімічні*.

Термохімічні процеси призводять до незворотних змін стану оливи незалежно від інтенсивності і часу впливу механізмів окислення. Відомо, що обернені процеси, але не хімічного, а фізичного (реологічного) характеру можуть відбуватися лише за температури до 100 °С (наприклад, зміни в'язкості внаслідок зміни температури, тиску тощо). За умови підвищення температури оливи вище 100 °С, теплова енергія викликає ініціювання таких хімічних необернених процесів: як дегідрування, полімеризація, конденсація, а потім термічне розкладання вуглеводнів. Характерним результатом термічних впливів на оливу часто є термодеструкція її компонентів, які випадають у вигляді твердого осаду. Реакції окислювання відбуваються тим швидше, чим вища температура, і призводять до утворення і накопичення складних високомолекулярних продуктів конденсації. Як правило, ці продукти відрізняються ступенем адгезії до поверхонь спряжень, низькою теплостійкістю. Вони відповідають за утворення лаків, що відкладаються, наприклад, у кільцевих каналах і на юбці поршня.

Одночасно в процесі окислювання мастильних оливи утворюються асфальто-смолисті речовини, які конденсуються з виділенням води. Нові речовини з великою молекулярною вагою продовжують цей процес, що призводить до утворення високомолекулярних речовин смолянистого характеру. У початковий період роботи оливи асфальто-смолисті речовини з відносно невеликою молекулярною вагою є розчинними. Потім, зі збільшенням їхньої молекулярної маси, вони випадають в осад. Ці процеси супроводжує зміна кольору і світлопроникності оливи, що може слугувати критерієм її старіння. Проте слід зазначити, що сучасні моторні оливи містять композиції присадок, у тому числі і диспергуючі. Останні, змиваючи з деталей двигуна й утримуючи в зваженому стані осади і лаки, можуть впливати на колір оливи. У таких випадках зміна світлопроникності оливи може бути лише показником ефективності дії детергентних присадок.

Дослідження процесів старіння оливи проводилися за кордоном значно раніше ніж в Україні, що є наслідком комерційного підходу нафтових компаній до раціонального використання та економії мастильних оливи. Останнім часом у результаті конкуренції між концернами

спостерігається прагнення забезпечити безвідмовність роботи машин та обладнання, зумовлену якістю мастильних олиив і розробкою системи сервісу та профілактики вузлів тертя. Це поклало початок дослідження можливостей терміну служби олиив на основі вивчення кінетики процесу їх старіння. У зарубіжних публікаціях зустрічаються думки про те, що для визначення раціональних термінів заміни олиив є доцільним введення єдиних стандартних методів випробувань.

Спроби використовувати в якості параметрів оцінки старіння олиив загальновідомі величини в'язкості, кислотного числа, зольності та ряду інших показників фізико-хімічних властивостей моторних олиив не виявилися ефективними, оскільки в цьому випадку не встановлюються загальні закономірності зміни вказаних показників у процесі експлуатації різних двигунів. Таким чином, необхідною умовою вибору надійних параметрів оцінки старіння моторних олиив є обов'язкове врахування загальних закономірностей процесу забруднення олиив у двигуні.

У дослідженнях, що проводилися раніше на теренах СРСР спостерігалася тенденція однозначного прийняття граничних значень властивостей, що визначають стан олиив за стандартизованими методиками. [10, 11] Подібні погляди висловлювалися авторами, що чисельно визначали граничні значення стандартизованих параметрів стану олиив. Ці значення визначаються на основі положень, які у різних авторів відрізняються для аналогічних параметрів тому їх достовірність носить суб'єктивний характер. Ряд дослідників вважають, що мірою інтенсивності старіння мастильних олиив і, відповідно, оцінкою їх граничного терміну заміни має бути ступінь спрацювання активних форм присадок. [12-14] Такі методи набудуть необхідного рівня достовірності і важливості лише тоді, коли будуть розроблені прості методи оцінки вмісту і активності речовин у легованих олиивах. У деяких працях [15-16] оцінку стану олиив зводять до емпіричних, умовно підібраних параметрів, що відображають як властивості олиив, так і результати їх роботи в системі змащування. Ці параметри поділяють на загальні, часткові і основні, при чому автори цих робіт навели лише деякі кореляції фізико-хімічних властивостей і результатів (наслідків) роботи олиив в двигуні, не визначаючи граничних значень пропонованих величин, що не дає можливості використати одержані результати у якості достовірних критеріїв оцінки залишкового ресурсу олиив.

На практиці про старіння мастильних олиив судять за зміною їх реологічних властивостей, які визначають відповідно до прийнятих стандартів за допомогою вимірювання в'язкості за різних температур залежно від призначення олиив. Проте слід зауважити, що, якщо вищезгадані термохімічні явища процесу старіння призводить до зростання в'язкості олиив, то розбавляюча дія палива в моторних олиивах або механодеструкція в трансмісійних олиивах знижують їх в'язкість. Таким чином, зміни в'язкості олиив

в процесі експлуатації визначаються різнодіючими комплексними чинниками, і не виключені випадки, в яких в'язкість олиив, що працювала, дорівнює її вихідному значенню. Вважається, що для перекачування олиив в системі її в'язкість має визначальне значення. Звідси випливає, що перекачка олиив, що працювала, із в'язкістю, аналогічною в'язкості вихідної олиив, повинна відбуватися таким самим чином. Але в цьому випадку ігноруються зміни хімічного і фракційного складу в процесі старіння, а також те, що в умовах підвищених температур може відбуватися випаровування легких паливних фракцій, що згодом викликає збурення в процесі перекачки олиив аж до появи кавітаційного спрацювання; одночасно змінюються умови гідро- і еластогідродинамічного режиму змащування, незважаючи на те, що визначена в лабораторних умовах стандартизована в'язкість аналогічна або близька в'язкості свіжої олиив. В'язкість, як міра внутрішнього тертя рідини, не в змозі об'єктивно охарактеризувати опір переміщенню деталей устаткування, зумовлений, крім того, видом і геометрією спряжених пар тертя, технологією їх обробки і способом змащення. У багатьох складних вузлах тертя в'язкість олиив повинна мати компромісне значення, тому що ці вузли складаються з елементарних трибологічних спряжень із різною змащувальністю тією ж самою олиивою. Засіб оцінки в'язкості в багатьох країнах стандартизований по-різному. В Україні прийнято використовувати капілярні віскозиметри, в яких між капіляром і шаром олиив, що гравітаційно стікає, можуть виникати пристінні ефекти, які спотворюють результати. У багатьох випадках вимір в'язкості відпрацьованих олиив із великою кількістю осадів і механічних домішок є неможливий, тому що капіляри віскозиметра забиваються. Для моторних олиив із великим вмістом палива, особливо легкого, визначення в'язкості за температури 100 °С супроводжується інтенсивним випаровуванням палива, що також спотворює результати. Більш доцільним для такого випадку є віскозиметр Гепплера, дія якого базується на законі Стокса, і який позбавлений недоліків капілярних віскозиметрів, догідних лише для чистих рідин [7].

У рамках дослідницької програми на базі «Радомської Політехніки» (м. Радом, Польща) авторами для кількох довільно відібраних олиив із різноманітним напрацюванням була визначена в'язкість за допомогою різних віскозиметрів. Результати наведено в табл. 1.

Досліджувались такі олиив:

1. CASTROL EPX (аналог ТАД-17И, ТМ-5, API GL-5, SAE (18) 85W-90) після 113 годин.
2. CASTROL EPX (аналог ТАД-17И, ТМ-5, API GL-5, SAE (18) 85W-90) після 312 годин.
3. BPDFL MP30 (аналог М10Г2у, API CC, SAE 30) після 4160 годин.
4. MOBILGARD 312 (аналог М10Г2ЦС, АЗМОЛ М-3042 цс, API CD, SAE 30) після 512 годин.
5. MOBIL Delvac 1230 (аналог М10Г2у, API CC, SAE 30) після 628 годин.

Дослідження, підтвержені автором (див.

Таблиця 1 — Порівняльна в'язкість мастильних олив, одержана різними методами

Номер проби	Температура 40 °С		Температура 50 °С	
	Метод			
	Оствальда-Пінкевича [3] (мм ² /с)	Гепплера [7] (мм ² /с)	Оствальда-Пінкевича [3] (мм ² /с)	Гепплера [7] (мм ² /с)
1	108,6	106,2	66,0	65,2
2	–	115,2	–	70,0
3	112,5	110,7	68,2	66,0
4	102,8	100,1	63,2	62,4
5	98,5	94,9	61,3	59,1

прим.: « – » — вимірювання неможливе

Таблиця 2 — Порівняльна температура спалаху одержана різними методами

Номер проби	1	2	3	4	5
Температура спалаху у відкритому тиглі, °С	266	247	278	253	267
Температура спалаху у закритому тиглі, °С	239	227	254	230	240

З табл. 1 випливає, що метод Гепплера дає значення в'язкості нижчі, ніж метод Оствальда-Пінкевича. Як показують дослідження це, ймовірно, викликано гальмуванням плинності в ньому домішками. З цієї причини об'єктивне визначення в'язкості оливи капілярним методом є неможливим. Таким чином, в'язкість оливи можна вважати показником, що характеризує його реологічні властивості, проте слід констатувати, що в'язкість не може бути єдиним показником експлуатаційної придатності олив. Методи вимірювання в'язкості повинні удосконалюватися з урахуванням максимального наближення до експлуатаційних впливів у реальних вузлах тертя. За стандартами ASTM в останні роки в багатьох країнах для в'язкісної класифікації мастильних олив використовують ротатійний віскозиметр Брукфільда [8].

Іншим відомим стандартним критерієм якості мастильних матеріалів є визначення температури спалаху у відкритому і закритому тиглях. Здатність мастильних олив до спалаху оцінюється за допомогою комплексу різних методів залежно від конструкції вимірювальних приладів. У принципі ці методи відрізняються лише швидкістю дифузії парів – нижчої в закритих і вищої у відкритих тиглях. Автори методів визначення температури спалаху мастильних олив обґрунтовують їх застосування необхідністю визначення допустимої температури їх безпечної роботи, особливо в картерах двигунів. На температуру спалаху суттєво впливають паливо, що потрапляє в оливу, і його фракційний склад.

табл. 2), показують, що за незначної зміни в'язкості мастильної оливи зниження температури спалаху свідчить про глибину окислювання оливи й утворення високов'язких продуктів конденсації. Це було встановлено в процесі визначення вмісту нерозчинних у н-пентані шламів, утворених у процесі експлуатації олив «SuperOl – 30». Виявлено, що зі зростанням вмісту шламів в оливі зменшувалася її температура спалаху у відкритому тиглі. Для аналізу відбиралися зразки олив, в'язкість яких значно не відрізнялася від вихідного рівня, що було результатом розбавляючої дії палива. Оскільки методика визначення вмісту дизельних палив у мастильних оливах дотепер не розроблена то одночасне визначення температури спалаху, в'язкості і вмісту шламів може давати оцінку ступеня розведення оливи паливом. Точніші результати можна одержати визначаючи температуру спалаху у відкритому тиглі, хоча не точніше ніж у закритому, що випливає з табл. 2, у якій приведені значення температури спалаху раніше відібраних олив.

Реальна гранична температура спалаху зумовлена багатьма чинниками, такими як форма і об'єм картера, термічне навантаження двигуна, його технічний стан, ступінь спрацювання паливної апаратури дизеля та багатьма іншими. Аналіз одержаних даних підтверджує думку про те, що визначення температури спалаху в лабораторних умовах, особливо в закритому тиглі, не має практичного застосування, тому, що воно не корелюється із реальними умовами роботи оливи. Таке визначення температури може бути використано лише для відносного

зіставлення двох або більше зразків мастильних олиव.

магають дороге спеціальне обладнання, а результати не відповідають реальним умовам.

Таблиця 3 — Порівняльні значення кислотного числа, одержані за різними методами

Номер проби	1	2	3	4	5
Кислотне число методом потенціометричного титрування, мг/КОН/г	1,91	1,31	1,26	1,98	2,34
Кислотне число методом калориметричного титрування, мг/КОН/г	2,01	1,83	1,31	2,02	2,78

Термохімічні процеси в оливі, що працювала, протікають в атмосфері повітря, що створює можливість одночасного окислювання. Обидва види процесів, як уже згадувалося, призводять до незворотних змін стану оливи, які супроводжуються утворенням кислих і смолих продуктів. Визначення вмісту вільних кислот у мастилах провадиться методом визначення кислотного числа, тоді як визначення кислот вільних і зв'язаних – методом визначення лужного числа. [9] Обидва методи зводяться до потенціометричного або калориметричного титрування зразка оливи, розчиненого спиртовим (етиловий, ізопропіловий), бензиновим, толуоловим, ізопропаноловим або іншим розчинником. Результати, одержані різними методами, порівнювати неможливо. Дотепер не підібраний оптимальний розчинник і середовище для КОН. У багатьох публікаціях, що стосуються експлуатації машин, ріст кислотного числа вважається мірою інтенсивності корозійного впливу мастильних олив. Такі припущення не завжди підтверджуються. Результати виміру кислотного числа стандартними методиками говорять лише про загальну кількість кислотних груп в одиниці маси оливи, але при цьому не відомо, із якими радикалами ці групи пов'язані і яка сумарна кількість цих кислот. Вимір кислотного числа пов'язаний з великою суб'єктивною похибкою при ручному калориметричному титруванні і з труднощами точного визначення точки перегину при потенціометричному титруванні, тому що реальні криві нейтралізації відрізняються від теоретичних характеристик протікання цього процесу. У табл. 3 наведені значення кислотних чисел для раніше обраних зразків оливи, одержані шляхом калориметричного і потенціометричного титрування.

Таким чином, кислотне число можна визнати умовним критерієм оцінки окислювання мастильних олив до моменту появи кислотних сполук. Поглиблення цього процесу призводить до нейтралізації і випадання утворених ефірів в осад. Тому область застосування кислотного числа є досить обмеженою. Тільки зміни лужного числа, визначеного шляхом лужного гідролізу ефірів можуть характеризувати інтенсивність процесу окислювання мастильних олив. Випробування стійкості оливи проти окислювання проводяться за стандартними процедурами, які зводяться до пропускання повітря через оливу, і оцінці кількості осаду, який випав або до окислювання оливи в ротаційних бомбах. Ці випробування є досить складними і ви-

Екстракція осадів, як показник ступеня окислювання, проведений за допомогою різноманітних розчинників, не дає співставимих результатів. Таким чином щодо методик визначення лужного та кислотного числа можна підсумувати: визначена інтенсивність корозійного впливу розчинів на матеріали не завжди відповідає змінам кислотного і лужного числа. Тому значення кислотного числа не можна вважати мірою корозійної активності мастильних олив.

Значення лужного числа також не варто безумовно пов'язувати з миючою здатністю оливи і їх стійкістю проти шламоутворення. Це має особливе значення для відпрацьованих оливи, що зберігають задовільний рівень миючих і протишламоутворюючих властивостей, але їх нейтралізуюча здатність – невелика. Зниження лужного числа зумовлено в значній мірі тепловим навантаженням двигуна, вираженим його потужністю на одиницю об'єму оливи в системі змащення. Поповнення оливи доливанням свіжої гальмує падіння лужного числа. Різноманітні джерела призводять різні допустимі значення зниження загального лужного числа, що зумовлюють можливість подальшої експлуатації оливи. Найчастіше за граничне приймається значення, що відповідає 10 % вихідного значення лужного числа. Проте в літературі інтервал допустимих змін цього показника коливається від 25 % вихідного значення лужного числа до 0 мг КОН/г. Суттєві розходження в значеннях лужного числа, зумовленого різними методами, не дозволяють судити про їх ефективність і допустиме значення цього показника.

У процесі роботи мастильних оливи, як уже згадувалося, накопичуються різноманітні осадки, що є продуктами конденсації і коксування, а також мають чисто механічне походження. Визначення їх кількості може служити мірою ступеня старіння оливи. Проте, для визначення змісту цих осадів застосовуються, різноманітні розчинники. Зневажаючи зовнішніми механічними домішками, що повинні визначатися методом екстракції бензолом (так робить ESSO), фірма Антар рекомендує проводити визначення вмісту шламів методом екстракції н-пентаном, SHELL – н-гептаном, а ESSO – екстракційним бензином. Таким чином, під час визначення вмісту шламів пентаном, гептаном і бензином, крім смол, виділяються з оливи також механічні домішки. Це означає, що осадки є сумою нерозчинних у даному розчиннику смол і механічних домішок. Кількість осаджених смол зумовлена характером розчинника, його відношенням до

оливи, температурою, коефіцієнтом розподілу хімічного складу смол і їхньої молекулярної маси. Порівняння кількості осадів, осаджених за допомогою різноманітних розчинників на фільтраційній плиті SETA, наведено в табл. 4.

лькісних із різним ступенем точності. У дослідженнях для раніше вибраних зразків олив зіставлені значення вмісту води, визначені спектральним і дисталаційним методами. Результати наведено в табл. 5.

Таблиця 4 — Порівняльний процентний вміст нерозчинних осадів, визначений за допомогою різних розчинників.

Номер проби	Вміст нерозчинних осадів, %		
	у н-пентані	у н-гептані	в екстракційному бензині
1	1,49	1,25	3,19
2	1,65	1,34	3,71
3	1,53	1,26	3,21
4	1,79	1,54	3,60
5	1,21	1,01	3,05

Таблиця 5 - Вміст води в оливі, визначений різними методами.

Номер проби	Вміст води	
	за спектральним методом, %	за дисталаційним методом, %
4	0,12	0,15
5	0,02	0,04
проба з 0,42% води	0,41	0,36

Таким чином, дійсний вміст шламів відповідає вмісту осаду, одержаного з оливи за допомогою даного розчинника, зменшеного на вміст механічних домішок, визначений за допомогою бензолу. Перераховані методи визначення вмісту осадів, незважаючи на їх розходження, не дають змоги зробити висновки про експлуатаційну придатність мастильних олив. Більше того дослідження, проведенні авторами на базі „Політехніки Радомської”, показали, що введення 2% маси механічних домішок і шламів, виділених із відпрацьованих олив у моторну оливу SuperOl SAE 30, незначно покращує його протизносні властивості. Такі ж результати були одержані під час введення цих осадів у базову оливу SAE 10, причому протизносні властивості визначалися на чотирикульковій машині тертя. Таким чином, визначення вмісту шламів і механічних домішок хоч і пов'язане з експлуатаційними властивостями мастильних олив не може слугувати безпосереднім показником процесів старіння.

Оливи в процесі експлуатації обводнюються. Розчинена вода істотно не впливає на процес експлуатації в основному через її невеликий вміст. У той самий час суміш води, тобто емульсія, являє собою певну небезпеку, тому що може порушувати однорідність мастильної плівки й інтенсифікувати корозійні процеси. Негативний вплив води може виявлятися в гідролізі присадок, особливо високолузних. Більшість нафтових фірм за безпечний приймас вміст води в кількості вище 0,2%. Існує багато методів визначення вмісту води в оливі: від якісних (звук тріску під час нагрівання) до кі-

Як впливає з табл. 5, спектральний метод відрізняється високою точністю, але потребує дорогої апаратури. Методи центрифугування і дисталації є найпростішими, але відрізняються найбільшою похибкою.

Корозійні властивості мастильних олив, а також їх захисна здатність оцінюються в стандартизованій системі лише кількісно. Спроби якісної оцінки цих властивостей у прийнятій системі визначення показують неоднозначність результатів і не відрізняють власне корозійних властивостей від антиокислювальної стійкості. Оцінка інтенсивності корозійного впливу олив масовими методами малоефективний, тому що в процесі випробувань спостерігаються як втрати, так і прирости маси зразків досліджуваних металів. Визначення корозійного впливу мастильних олив шляхом оцінювання розмірів і кількості плям корозійного ушкодження досліджуваних поверхонь відрізняється низькою точністю, тому що на одиниці поверхні може знаходитися велика кількість поверхневих неглибоких плям або глибоких, небезпечних для експлуатації ушкоджень. Результати оцінювання корозійності олив, проведенні відповідно до стандартних, у таких випадках будуть суперечливими. Може також виявитися, що на поверхні металу утвориться захисна плівка, властива даній оливі, що, відповідно до прийнятих критеріїв оцінювання корозійності, стане основою його дискваліфікації.

Таким чином, можна зробити висновок, що нормативні методи оцінювання захисних властивостей мастильних олив не відповідають реальним умовам експлуатації. Аналогічні заува-

ження можна також зробити, розглядаючи такий стандартизований критерій, як температура застигання. Ця температура не відтворює фізичного змісту цього процесу, а лише вказує на втрату текучості оливи в обговорених, дуже спрощених умовах. Тому що втрата текучості оливи викликана утворенням структурного каркаса деякими компонентами оливи, тоді як інші залишаються рідкими, те, відповідно, із великими зусиллями можна перекачувати застигли, згідно з прийнятими поняттями, оливи. Значення температури застигання для тієї самої оливи зумовлено швидкістю охолодження, походженням оливи, інтенсивністю і тривалістю термічних впливів на оливи до випробовування. Таким чином, значення температури застигання оливи детерміновано багатьма об'єктивними і суб'єктивними чинниками і тому не може вважатися непрямою мірою його низкотемпературних, реологічних властивостей.

З вищевикладених міркувань випливає, що сукупність стандартів на оливи, а також на методи визначення їх властивостей базується на умовних показниках або на умовних засобах їх визначення за недостатньої кореляції з реальними умовами експлуатації. Стандартними методами випробовувань можна в принципі оцінювати лише свіжі оливи, тому що процедура реалізації багатьох визначень потребує видалення з випробуваних зразків забруднень, зневоднювання, гомогенізації і т.п., тобто видалення з них компонентів, що накопичуються в оливі в процесі експлуатації і здійснюють істотний вплив на визначувані значення. Методи випробовування мастильних олиив розробляються виробниками олиив або авторами їхніх рецептур, тобто мають явно виробничий характер. Базуючись на такому наборі стандартів виробник мастильних олиив відносно просто виконує вимоги відповідного стандарту на оливи, не приділяючи уваги його поведінці в реальних умовах експлуатації і вузлах тертя. Значення підданих критиці оціночних властивостей у стандартах на продукт, як правило, знаходяться в допускових інтервалах (не нижче, не вище), що уможливило виробництво мастильних олиив того ж сорту в широкому інтервалі змін складу. У свою чергу, зберігання стабільності складу масляної основи за умови необхідності переробки різноманітних видів нафти на тих самих установках є задачею дуже важкою і поряд із тим істотно визначає ефективність дії присадок, а тим самим експлуатаційні властивості товарних олиив.

Часткове вирішення цього питання, внаслідок специфічності процесів зміни стану олиив на різних видах обладнання, доцільно проводити не на стандартизованих машинах тертя типу ЧШМ, СМЦ, ДРМ та інших, за методиками, які не відображають геометро-кінематичні та динамічні характеристики пар тертя вузлів нафтогазопромислового обладнання, а на машинах тертя, які моделюють, з певним узагальненням, конкретні умови роботи машин і агрегатів. Як варіант вирішення поставленої задачі, може слугувати розроблений в міжкафедральній навчально-науково-виробничій лабораторії “Захисні по-

криття” ІФНТУНГ вібраційний трибометр для дослідження трибологічних властивостей олиив для нафтогазопромислового обладнання [1].

Література

1. Шостаковский И.И., Парайко Ю.И., Бурада М.И. Трибометр для оценки смазочных свойств масел, работающих в условиях переменных скоростей // *Polskie Towarzystwo Tribologiczne, 5 Ogolnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna POLTRIB'99, Szczyrk 1999.*
2. Смазочные материалы: Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: Справочник / Р.М.Матвеевский, В.Л. Лашхи, И.Я. Буяновский и др. – М.: Машиностроение, 1989.
3. Эвентова М.С. Краткое руководство по практическим занятиям по смазочным маслам. – М.: Изд. МГУ, 1961. – 131 с.
4. Шостаковский И.И. Зміни стану мастильних олиив нафтогазопромислового обладнання у процесі експлуатації // *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ, 2002. – № 4(5).*
5. Biernat K. Ocena dopuszczalnych zmian własności oleju dla określenia racjonalnego czasu eksploatacji w autobusach TAM. WAT, Warszawa, 1985.
6. Biernat K. Ocena właściwości normatywnych jako kryteriów charakteryzujących przydatność olejów smarowych w eksploatacji. *Zeszyty naukowe IPE MCNEMT, Radom, 1988.*
7. Совещание по вязкости жидкостей и коллоидных растворов. [Труды] / Под ред. Е.А.Чудакова и М.П.Воларовича, т. 1-3. – М.-Л., 1941-45; Воларович М.П., Вязкость смазочных масел при низких температурах. ч. 1. – М., 1944; Белкин И.М., Виноградов Г.В., Леонов А.И. Ротационные приборы. – М., 1968.
8. Трансмиссионные масла. Пластичные смазки / Р.Балтенас, А.С.Сафронов, А.И.Ушаков, В.Шергалис. – СПб.: ООО "Издательство ДНК", 2001. – 208 с.
9. ГОСТ 11362-76. Нефтепродукты и присадки. Метод определения щелочных, кислотных чисел и кислотности потенциометрическим титрованием.
10. Рыхин В.В., Павлов Х.А. Результаты эксплуатационных исследований моторных масел различных групп на двигателях ЯМЗ 238 МВ, тракторов марки К-700 // *СМТТиМ. – 1977. – № 4.*
11. Морозов А. Применение топлив и масел в дизелях. – Л.: Машиностроение, 1984.
12. A. Biswas, D. Chanda Realistic engine oil drain period. *Proceeding of the World Conference in Industrial Tribology. New Delhi, 1972.*
13. Манусаджанц О.И. Оценка эксплуатационных свойств масел в двигателях // *СМТТиМю. – 1978. – № 4.*
14. Виппер А.Б. Исследование взаимодействия присадок к моторным маслам методом ИК-спектроскопии // *СМТТиМ. – 1971. – № 6.*
15. Мосихин Е.П., Аразов Д.М., Коробков М.В. Анализ корреляционных связей между

моторными и физикохимическими свойствами масел. – М.: НИИАТ, 1970. – № 6.

16. Аразов Д.М., Мосихин Е.П. Методы оценки эксплуатационных свойств масел в двигателях. – М.: НИИАТ, 1970. – № 6.