

ТРИБОЛОГИЯ

УДК621. 891.22

ПРО ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОТИЗНОШУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОБОЧОЇ РІДИНИ МГ-46-Б ВІД ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ЗАБРУДНЕНЬ**Є.С. Венцель, професор, д.т.н., О.В. Орел, аспірант, ХНАДУ**

***Анотація.** Показано вплив гранулометричного складу частинок забруднень робочої рідини МГ-46-Б на її протизношувальні властивості. Встановлено закономірність зміння коефіцієнта протизношувальних властивостей робочої рідини МГ-46-Б як фактора, що визначає її строки служби.*

***Ключові слова:** робоча рідина, протизношувальні властивості, коефіцієнт протизношувальних властивостей, гідропривід, забруднення, знос, строк служби.*

О ЗАВИСИМОСТИ ПРОТИВОИЗНОСНЫХ СВОЙСТВ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ МГ-46-Б ОТ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗАГРЯЗНЕНИЙ**Е.С. Венцель, профессор, д.т.н., А.В. Орел, аспирант, ХНАДУ**

***Аннотация.** Показано влияние гранулометрического состава частиц загрязнений рабочей жидкости МГ-46-Б на ее противоизносные свойства. Установлена закономерность изменения коэффициента противоизносных свойств рабочей жидкости МГ-46-Б как фактора, определяющего ее сроки службы.*

***Ключевые слова:** рабочая жидкость, противоизносные свойства, коэффициент противоизносных свойств, гидропривод, загрязнение, износ, срок службы.*

ON DEPENDENCE BETWEEN ANTI-WEAR PROPERTIES OF MG-46-B HYDRAULIC FLUID AND THE GRANULOMETRIC COMPOSITION OF IMPURITIES**Ye.Ventsel, Professor, Doctor of Engineering Sciences, O. Orel, post-graduate, Kharkiv National Automobile and Highway University**

***Abstract.** The way the granulometric composition of impurity particles found in MG-46-B hydraulic fluid affects its anti-wear properties has been shown. Fluctuation regularity has been established for the coefficient of MG-46-B hydraulic fluid anti-wear properties as a factor that determines the fluid service life.*

***Key words:** hydraulic fluid, anti-wear properties, the coefficient of anti-wear properties, hydraulic drive, impurity, wear, service life.*

Вступ

Ефективність експлуатації будівельних машин значною мірою залежить від технічного стану гідроприводів, який, у свою чергу, ви-

значається не тільки досконалістю конструкції елементної бази, але й якістю робочої рідини, яка використовується. З досліду експлуатації відомо, що до 90 % відмов елементів гідравлічних систем будівельних машин

відбувається внаслідок втрати робочою рідиною протизношувальних властивостей, у зв'язку з підвищенням її забрудненням [1–3]. Таким чином, саме протизношувальні властивості є тим фактором, що забезпечує ефективну та довгострокову експлуатацію гідроприводу і визначає строки служби робочої рідини. Тому є дуже актуальною проблема своєчасної заміни робочої рідини саме в той час, коли вона втратила свої протизношувальні властивості.

Аналіз публікацій

Існує декілька способів визначення термінів служби робочих рідин при експлуатації їх в гідроприводах будівельних машин. Одними з основних способів є контроль електропровідності робочої рідини [3] і визначення стану рідини за межевими значеннями бракувальних показників [3]. Але ці способи мають низьку інформативність показників, недостатню обґрунтованість межових значень їх бракувальних показників тощо.

У [4] наведено відомості про коефіцієнт K_j , який характеризує протизношувальні властивості робочих рідин у зв'язку з гранулометричним складом частинок забруднень. Цей коефіцієнт враховує частинки не тільки тих розмірів, що передбачені ГОСТ17216-2001, але й частинки розміром до 5 мкм, які, згідно з [3], здатні суттєво покращити протизношувальні властивості робочих рідин. Тому вищезазначений коефіцієнт протизношувальних властивостей може служити тим критерієм, який визначає втрату протизношувальних властивостей робочою рідиною та, таким чином, показує необхідність заміни її на свіжу.

Мета роботи

Встановити взаємозв'язок між протизношувальними властивостями робочої рідини МГ-46-Б та гранулометричним складом забруднень, що входять до її складу, а також визначити межеве значення величини коефіцієнта K_j , за досягнення якого ця робоча рідина практично повністю втрачає свої протизношувальні властивості, тобто підлягає заміні.

Експериментальні дослідження

У гідропривід скрепера Д-357 було залито свіжу робочу рідину МГ-46-Б, яка має у своєму складі антиокислювальну та проти-

корозійну присадки та достатньо широко використовується у гідроприводах будівельних машин. Після цього машина працювала у звичайному робочому режимі.

Відповідно до заздалегідь розробленої схеми здійснювався відбір проб робочої рідини з метою визначення гранулометричного складу забруднень, що входять до неї (включаючи частинки розміром 5 мкм і менше), а також подальшого розрахунку величин індексу забрудненості Z за виразом, наведеним в [3], та коефіцієнта K_j протизношувальних властивостей.

Коефіцієнт K_j протизношувальних властивостей визначався згідно з виразом [3, 4]

$$K_j = \frac{0,005n_5}{Z}, \quad (1)$$

де n_5 – число частинок забруднень розміром 5 мкм і менше; Z – індекс забруднення робочої рідин.

Після цього кожна проба робочої рідини, яка відпрацювала певний час у гідроприводі скрепера (від 0 до 1426 маш.-год), підлягала лабораторним випробуванням на машинах тертя ЧКМ та СМЦ-2, які забезпечують, відповідно, граничний та змішаний режими змащування поверхонь, що труться.

Випробування на машині тертя ЧКМ проводились за режимом:

- навантаження на кулі – 80 Н;
- число обертів верхньої кулі – 25 с⁻¹;
- час випробування – 15 хв.

Діаметр кульок – 2,7 мм, матеріал – сталь ШХ-15, яка використовується для виготовлення шестерень насосів будівельних машин.

Після випробувань за допомогою мікроскопа МЕТАМ Р-1 визначався діаметр плями зносу на кульках.

Режим випробувань зразків за схемою «колодка-ролик» на машині тертя СМЦ-2 був таким:

- припрацювання без навантаження – 15 хв;
- припрацювання за навантаження 300 Н – 2 год;
- випробування за навантаження 600 Н – 4 год.

Ролики було виготовлено зі сталі 38ХС, колодки – з бронзи БрАЖ 9-4. Ці матеріали застосовуються при виготовленні елементів аксіально-поршневих насосів будівельних машин; діаметр роликів складав 50 мм, ширина – 12 мм, ширина колодки – 10 мм.

Зношення зразків (колодок та роликів) встановлювалося шляхом визначення втрати ними маси за час випробувань. Вимірювання маси виконувалося аналітичними вагами ВЛА-200г-М з точністю $\pm 0,0001$ г і з доведенням зразків до постійної маси.

Змащування зразків на обох машинах тертя здійснювалось зануренням їх у робочу рідину.

Отримані результати випробувань наведено на рис. 1–3.

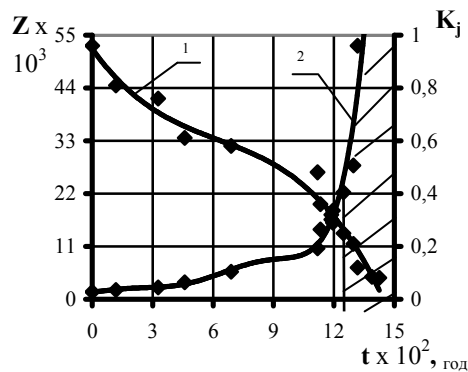


Рис. 1. Залежність коефіцієнта протизношувальних властивостей K_j (1) та індексу забрудненості Z (2) від часу напрацювання робочої рідини МГ-46-Б

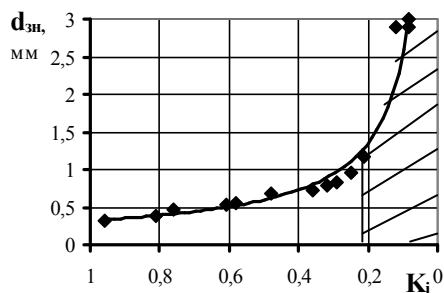


Рис. 2. Залежність діаметра плями зносу від коефіцієнта протизношувальних властивостей робочої рідини МГ-46-Б (машина тертя ЧКМ)

Як впливає з рис. 1, індекс забрудненості робочої рідини МГ-46-Б у міру її напрацювання повільно збільшується з 1566 (свіжа робоча рідина, клас її чистоти 11 за

ГОСТ 17216-2001) до значення $Z = 27858$ (початок заштрихованої зони графіка) за час роботи 1290 маш.-год (17-й клас чистоти).

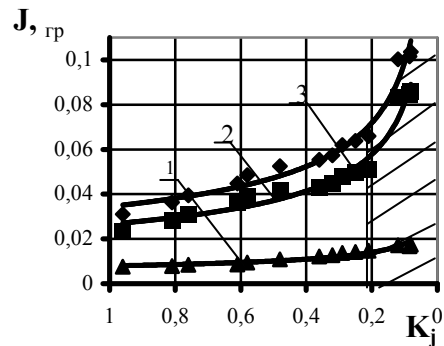


Рис. 3. Залежність величини зносу зразків від коефіцієнта протизношувальних властивостей робочої рідини МГ-46-Б (машина тертя СМЦ-2): 1 – колодки; 2 – ролики; 3 – сумарний знос

Після цього спостерігається різке збільшення величини Z до величини 52780 при напрацюванні гідроприводу 1318 маш.-год (заштрихована частина графіків).

Таке значення величини індексу забруднення виходить за межі максимального 17-го класу чистоти за ГОСТ 17216-2001. Подальша експлуатація робочої рідини до 1426 маш.-год ще більше погіршила чистоту робочої рідини.

Коефіцієнт K_j робочої рідини при цьому повільно зменшується з 0,96 (свіжа робоча рідина) до 0,21 при напрацюванні 1296 маш.-год (початок заштрихованої зони графіка). Після цього спостерігається різке зменшення цього коефіцієнта.

Випробування робочої рідини МГ-46-Б на машині тертя ЧКМ (рис. 2) показало, що діаметр плями зносу поступово збільшується зі значення 0,32 мм (свіжа робоча рідина) до 1,18 мм, що відповідає часу напрацювання робочої рідини 1296 маш.-год (початок заштрихованої зони графіка). При цьому коефіцієнт протизношувальних властивостей K_j зменшується, відповідно, з 0,96 до 0,21. За подальших випробувань машини постійно виникали задири, що вказувало на повну втрату робочою рідиною протизношувальних властивостей.

Аналогічним чином протікає змінення зносу зразків тертя при випробуваннях на машині СМЦ-2 (рис. 3). Так, величина сумарного зносу зразків при змащуванні їх робочою рі-

диною без напрацювання складає 0,0310 г за величини коефіцієнта $K_j = 0,96$. Але за значення коефіцієнта протизношувальних властивостей $K_j = 0,21$ (відповідає 1296 маш.-год напрацювання) величина зносу досягає 0,0660 г, тобто збільшилась приблизно у 2,0 рази. За значення коефіцієнта $K_j = 0,12$ (1318 маш.-год напрацювання) величина сумарного зносу стала неприпустимо великою (0,1003 г), тобто збільшилось у 3 рази, порівняно зі значенням, яке мало місце при випробуваннях свіжої робочої рідини. При цьому між зразками, що випробовувалися на машині тертя СМЦ-2, також постійно виникали задири, що, як і при випробуваннях на ЧКМ, свідчило про втрату рідиною протизношувальних властивостей (заштрихована частина графіків). Завдяки отриманим результатам експериментальних досліджень встановлено взаємозв'язок між гранулометричним складом частинок забруднень, що входять до складу робочої рідини МГ-46-Б, з її протизношувальними властивостями, а також межове значення величини коефіцієнта протизношувальних властивостей, який для вищезазначеної робочої рідини досягає 0,21. Цьому значенню коефіцієнта K_j відповідає термін служби рідини приблизно 1300 маш.-год.

Збільшення терміну експлуатації робочої рідини призводить до практично повної втрати нею своїх протизношувальних властивостей при будь-яких видах змащення пар тертя. Тому рідина в такому стані підлягає обов'язковій заміні на свіжу.

Межове значення величини коефіцієнта K_j протизношувальних властивостей робочої рідини І-Г-А-32, як показано в [5], складає 0,16, що майже в 1,3 рази менше, ніж у робочої рідини МГ-46-Б. Така різниця між межовими значеннями обох робочих рідин пояснюється, очевидно, наявністю в МГ-46-Б антиокислювальної та протикорозійної присадок, які безумовно впливають на частинки забруднень (особливо на ті, що мають розміри до 5 мкм). Цей механізм потребує додаткових фізико-хімічних та трибологічних досліджень.

Висновки

1. Протизношувальні властивості робочої рідини МГ-46-Б повною мірою залежать від гранулометричного складу частинок забруднень, що входять до неї, а також величини K_j коефіцієнта протизношувальних властивостей.
2. Межове значення величини коефіцієнта протизношувальних властивостей робочої рідини МГ-46-Б становить 0,21, що відповідає приблизно 1300 маш.-год її експлуатації. Подальше зменшення цього коефіцієнта призводить до практично повної втрати рідиною протизношувальних властивостей, що свідчить про необхідність заміни відпрацьованої рідини на свіжу.

Література

1. Белянин П.Н. Промышленная чистота машин / П.Н. Белянин, В.М. Данилов. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.
2. Кондаков Л.А. Машиностроительный гидродвигатель / Л.А. Кондаков, Г.А. Никитин, В.Я. Скрицкий. – М.: Машиностроение, 1978. – 495 с.
3. Венцель Е.С. Улучшение эксплуатационных свойств масел и топлив: монография / Е.С. Венцель. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 224 с.
4. Венцель Е.С. Гранулометрический состав загрязнений как один из факторов, определяющих противоизносные свойства масел / Е.С. Венцель // Трение и износ, 1992. – Т. XIII, №4. – С. 683–688.
5. Венцель Е.С. Визначення строків служби робочих рідин гідроправдів будівельних машин / Е.С. Венцель, О.В. Орел // Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. – 2011. – Вип. 3 (68). – С. 111–114.

Рецензент: О.В. Полярус, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 4 червня 2012 р.