

УДК 621.878

Орел О. В.

ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНО ПРИПУСТИМОГО ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПРОТИЗНОШУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОБОЧИХ РІДИН ГІДРОПРИВОДІВ

Як відомо, забруднення робочої рідини частинками зносу та пилу через абразивний знос викликають вихід зі строю елементів (насамперед, насосів, гідромоторів, розподільчатої апаратури) гідроприводу будівельних машин, які працюють, як правило, в умовах надзвичайного запилювання навколишнього середовища. Саме тому забрудненість робочої рідини в найбільшому ступені лімітує строки її служби. Цей показник якості рідини характеризується класом її чистоти за ДСТУ ГОСТ 17216:2004, який на жаль, не враховує наявність і кількість в робочій рідині частинок забруднень розміром 5 мкм та менше.

Частинки згідно [1–3] покращують протизношувальні властивості робочих рідин тому, що вони здібні зменшити електростатичне зношування в результаті підвищення електропровідності рідини [1], а завдяки розвинутої питомої поверхні здібні адсорбувати на себе продукти окислення робочої рідини і таким чином оказувати «буферний» ефект, тобто виконувати функції природної протизношувальної присадки [2]. Крім того, високодисперсні частинки здібні нівелювати шорсткості поверхонь тертя, зменшуючи питомий тиск в сполученнях, а отже, можливість виникнення мікросхватування [3]. Таким чином, високодисперсні частинки значно впливають на якість та як слід, на строки служби робочих рідин.

Мета роботи – встановити межове (критичне) значення коефіцієнта протизношувальних властивостей робочої рідини, при досягненні якого вона їх витрачає та підлягає заміні.

Експериментальні дослідження.

Коефіцієнт K_j протизношувальних властивостей, як інтегральний показник протизношувальних властивостей робочих рідин, та як слід, їх строків служби, визначається згідно з виразом [4]:

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

де n_5 – число частинок забруднень розміром 5 мкм і менше;

Z – індекс забруднення робочої рідин [5].

Величина Z визначається наступним чином [5]:

$$Z = 10^{-3} (n_{5-10} \cdot 10 + n_{10-25} \cdot 25 + n_{25-50} \cdot 50 + n_{50-100} \cdot 100 + n_{100-200} \cdot 200), \quad (2)$$

де n_{5-10} ; n_{10-25} ; і т. д. – число часток забруднень розміром понад 5 і до 10 мкм, понад 10 і до 24 мкм і т. д. в 100 см³ робочої рідини для кожного з 10 класів за ДСТУ ГОСТ 17216:2004 (від 8-го до 17-го класу).

Для отримання межового (або мінімально припустимого) значення коефіцієнта протизношувальних властивостей були проведені наступні експериментальні дослідження.

У гідропривід скрепера Д-357 була залита свіжа робоча рідина І-Г-А-32, після чого машина працювала у звичайному робочому режимі. У відповідності до заздалегідь розробленою схемою здійснювався відбір робочої рідини з метою визначення гранулометричного складу забруднень, що входять до неї (включаючи частинки розміром 5 мкм і менше) та розрахунку

величин Z та коефіцієнта протизношувальних властивостей. Після цього проводились лабораторні випробування робочих рідин з різним ступенем напрацювання на машинах тертя ЧКМ та СМЦ–2 (відповідно, граничний та змішаний режими тертя).

Випробування на машині тертя ЧКМ проводились при наступному режимі [1]:

- навантаження на кулі – 480 Н;
- число обертів верхньої кулі – 25 c^{-1} ;
- час випробування – 15 хв.

Матеріал кульок – сталь ШХ-15, діаметр – 12,7 мм.

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

Для випробувань на машині тертя СМЦ–2 використовувалися ролики зі сталі 38ХС і колодки з бронзи Браж9-4. Ці матеріали застосовуються для виготовлення елементів аксіально-поршневих насосів у гідросистемах будівельних машин.

Діаметр роликів складав 50 мм, ширина – 12 мм, ширина колодки – 10 мм. Змашення зразків здійснювалось зануренням їх на глибину 8–10 мм у робочу рідину, яка заливалася до кювети машини.

Режим випробувань зразків за схемою «колодка – ролик» на машині тертя СМЦ–2 був таким [1]:

- припрацювання без навантаження – 15 хв.;
- припрацювання при навантаженні 300 Н – 2,0 год.;
- випробування при навантаженні 600 Н – 4 год.

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

Отримані результати випробувань наведені на рис. 1–3.

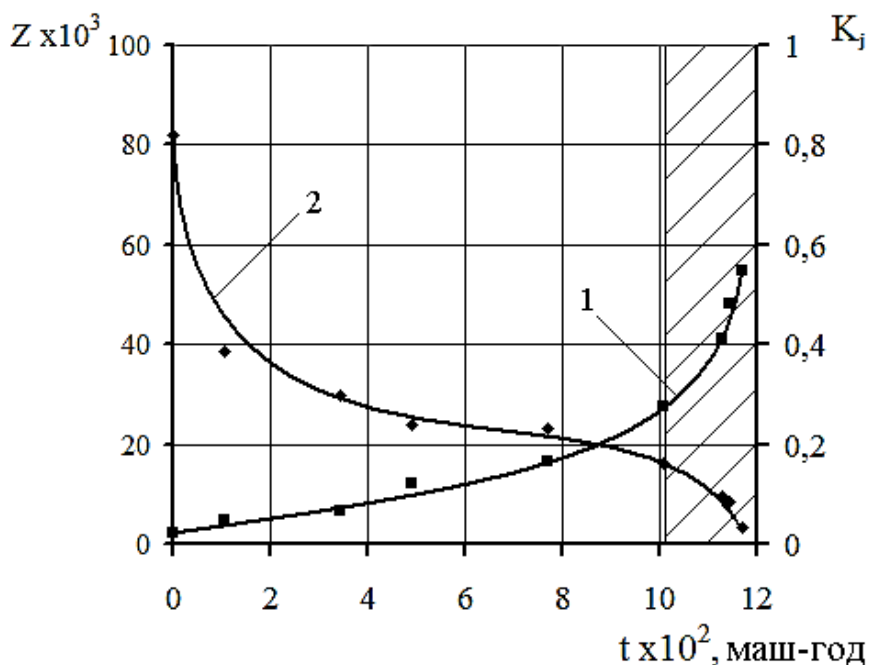


Рис. 1. Залежність індексу забрудненості Z (1) та коефіцієнта протизношувальних властивостей K_j (2) від часу напрацювання

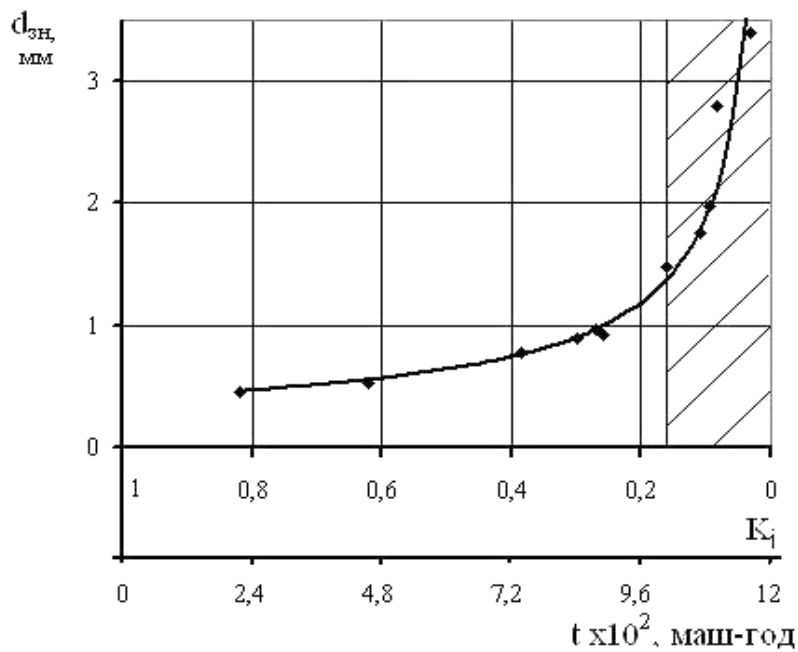


Рис. 2. Залежність діаметра плями зносу від коефіцієнта протизношувальних властивостей (машина тертя ЧКМ)

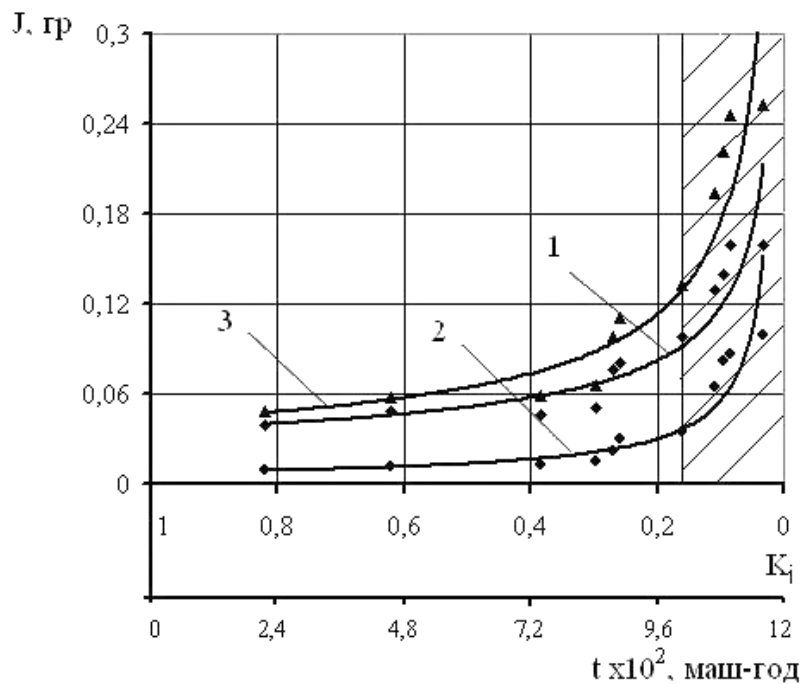


Рис. 3. Залежність величини зносу від коефіцієнта протизношувальних властивостей (машина тертя СМЦ-2):

1 – колодки; 2 – ролика; 3 – сумарний

З рис. 1 видно, що мірі напрацювання індекс забрудненості робочої рідини збільшується в порівнянні зі свіжою, у якій величина Z складає приблизно 2080 од. Після експлуатації гідроприводу скрепера на протязі 1 008 годин величина індексу забрудненості досягла 17 079 од. При цьому збільшення величини Z здійснюється, відносно, монотонно, але вже через 1 127 годин роботи його величина різко збільшилась та стала рівною 20 118 од.

Коефіцієнт K_j протизношувальних властивостей робочої рідини, навпаки, адекватним чином зменшується від 0,82 (свіжа робоча рідина) до 0,16 при часу експлуатації скрепера 1 008 годин. Збільшення останнього до 1 127 годин приводить до різкого зменшення величини K_j ($\approx 0,095$).

Аналогічним чином змінюється знос зразків при випробуваннях на машинах тертя (рис. 2 і 3). Так діаметр плями зносу на кульках (рис. 2) склав 0,46 мм при використанні свіжої робочої рідини І-Г-А-32, а після 1 008 годин роботи гідроприводу скрепера $d_{\text{зн}}$ підвищилось до 1,08 мм, тобто стало більше в 2,35 разів більше порівняно зі свіжою робочою рідиною. Через 1 127 годин експлуатації величина $d_{\text{зн}}$ різко збільшилась до 1,97 мм, тобто в приблизно в 4,3 рази більше порівняно зі свіжою рідиною та в 1,82 рази порівняно з випробуваннями на машині після 1 008 годин експлуатації гідроприводу скрепера.

Аналогічним чином змінюється знос зразків при випробуваннях їх на машині тертя СМЦ-2 (рис. 3): спочатку спостерігається поступово по мірі зменшення величини коефіцієнта K_j збільшення зносу як колодки, так й ролика. Але після того, як величина K_j досягає приблизно 0,16, має місце різке збільшення зносу. Так наприклад, при напрацюванні 1008 годин сумарний знос обох зразків склав 0,1325 г (в 2,7 разів більше порівняно зі свіжою робочою рідиною), а при роботі гідроприводу скреперу на протязі 1 127 годин величина зносу досягла 0,2220 г, тобто приблизно в 4,5 разів більше, чим при використанні свіжої робочої рідин та приблизно в 1,68 разів більше, чим через 1 008 годин роботи рідини.

Таким чином, можна вважати, що для робочої рідини І-Г-А-32 при використанні її в якості робочої рідини в гідроприводах, які мають аксіально-поршневі насоси, межеве (мінімально припустиме) значення величини коефіцієнту протизношувальних властивостей складає 0,16 при граничному та змішаному режимах змащення.

ВИСНОВКИ

Коефіцієнт протизношувальних властивостей в значній мірі характеризує протизношувальні властивості робочих рідин та як слід, їх строки служби в гідроприводах.

Для робочої рідини І-Г-А-32 при використанні її в якості робочого тіла в гідроприводах, які мають аксіально-поршневі насоси, межеве (мінімально припустиме) значення величини коефіцієнту протизношувальних властивостей складає 0,16 при всіх можливих режимах змащування пар тертя.

Подальші дослідження доцільно проводити в експлуатаційних умовах з уточненням значення межевої (мінімально припустимої) величини коефіцієнту протизношувальних властивостей, впливу його на знос реальних пар тертя будівельних машин та строків служби власно, робочих рідин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Венцель Е. С. Улучшение эксплуатационных свойств масел и топлив: монография / Е. С. Венцель – Харьков : ХНАДУ, 2010. – 224 с.
2. Венцель С. В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания / С. В. Венцель. – М. : Химия, 1979. – 240 с.
3. Применение металлоколлоидных смазок (органозолей) железа для приработки деталей автомобильного двигателя / М. Л. Барабаш, М. В. Корогодский, А. С. Краюшкин, Ф. А. Федотов // Повышение износостойкости и срока службы машин. – Киев : АН УССР, 1960. – т. 2. – С. 249–261.
4. Венцель Е. С. Гранулометрический состав загрязнений, как один из факторов, определяющих противоизносные свойства масел / Е. С. Венцель // Трение и износ, 1992; т. ХІІІ. – № 4. – С. 683–688.
5. Венцель Е. С. Основы трибологии та хімотології: навчальний посібник / Е. С. Венцель, С. М. Лисіков, А. В. Євтушенко – Харків : УкрДАЗТ. 2007. – 241 с.