

УДК 621. 891

Венцель Є.С., д.т.н.; Орел О.В., к.т.н.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТА ПРОТИЗНОШУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОБОЧИХ РІДИН ГІДРОПРИВОДІВ НА ЗНОШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ

***Анотація.** Розглянуто результати досліджень з визначення мінімально припустимого значення коефіцієнта протизношувальних властивостей робочих рідин, що характеризує їх протизношувальні властивості та строки служби в гідроприводах будівельних машин.*

***Аннотация.** Рассмотрены результаты исследований по определению минимально допустимого значения коэффициента противоизносных свойств рабочих жидкостей, как характеризующего их противоизносные свойства и сроки службы в гидродвижителях строительных машин.*

***Abstract.** The article deals with the results of studies on determination of minimum permissible value of antiwear properties coefficient of hydraulic drive working fluids, characterizing their antiwear properties and service life in the hydraulic drive of building machinery.*

Вступ. Як відомо, забруднення робочої рідини частинками зносу та пилу викликають абразивний знос пар тертя гідроприводу будівельних машин та вихід його зі строю. 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 менш.

Аналіз публікацій. Частинки забруднень розміром 5 мкм і менше 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 [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. Але це не враховуються ДСТУ ГОСТ:17216-2004.

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

Дослідження впливу коефіцієнта протизношувальних властивостей на знос. Коефіцієнт K_j протизношувальних властивостей, як інтегральний показник протизношувальних властивостей робочих рідин, визначається згідно з виразом [4]

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

де n_5 – число частинок забруднень розміром 5мкм і менше;
 Z – індекс забруднення робочої рідин за ДСТУ ГОСТ:17216-2004.

Для отримання межового 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 величини індексу забрудненості Z та коефіцієнта протизношувальних властивостей K_j . Після цього проводились лабораторні випробування робочих рідин з різним ступенем напрацювання на машинах тертя ЧКМ та СМЦ-2 (відповідно, граничний та змішаний режими тертя).

Отримані результати випробувань наведені на рисунках 1–3.

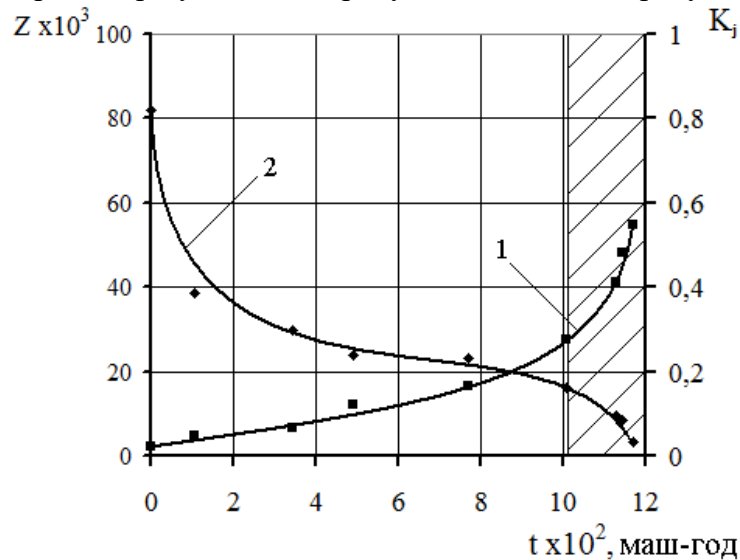


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта протизношувальних властивостей K_j (1) та індексу забрудненості Z (2) від часу напрацювання

З рис. 1 видно, що в міру напрацювання кількість частинок забруднень у всіх діапазонах розмірів згідно ДСТУ ГОСТ 17216:2004 збільшується.

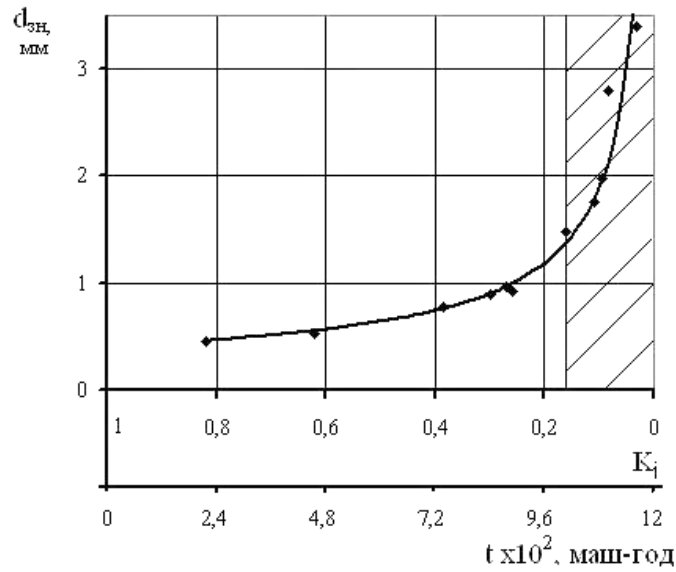


Рисунок 2 – Залежність діаметра плями зносу від коефіцієнта K_j протизношувальних властивостей РР І-Г-А-32 з гідроприводу скрепера (машина тертя ЧКМ)

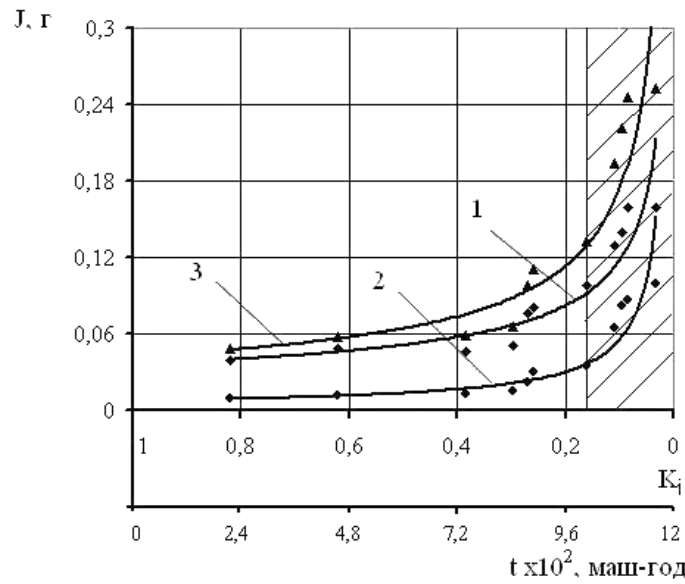


Рисунок 3 – Залежність величини зносу від коефіцієнта K_j протизношувальних властивостей РР І-Г-А-32 з гідропривода скрепера (машина тертя СМЦ-2): 1 – колодки з бронзи БРАЖ9-4, 2 – ролика з сталі 38ХС, 3 – сумарного зносу зразків

Крім того, з рис. 1 видно, що в міру напрацювання індекс забрудненості Z РР І-Г-А-32 збільшується у порівнянні зі свіжою, у якій величина Z складає приблизно 2 080 одиниць, що відповідає 13-му класу чистоти РР за ДСТУ ГОСТ 17216:2004. Після експлуатації гідропривода скрепера протягом 1 008 маш.-год величина індексу забрудненості досягла 27 717 одиниць (17-й клас чистоти). При цьому збільшення величини Z здійснюється відносно монотонно, але вже через 1 168 годин роботи його величина різко збільшилась та стала дорівнювати 54 704 одиниць, що знаходиться поза ДСТУ ГОСТ 17216:2004 (заштрихована зона на рис. 1).

Дещо інша ситуація спостерігається щодо змінення величини коефіцієнта K_j протизношувальних властивостей РР І-Г-А-32: його величина спочатку експлуатації останньої, навпаки, адекватним чином зменшується від 0,82 (свіжа РР) до 0,16 за часу експлуатації скрепера 1 008 маш.-год. Але, починаючи саме з цього часу, спостерігається порушення монотонності змінення величини коефіцієнта K_j , тобто він починає різко зменшуватися і за строку використання РР 1 127 маш.-год величина K_j складає приблизно 0,095, що в 1,7 разів менше, ніж за строку експлуатації 1 008 маш.-год. При часі експлуатації від 1 127 маш.-год до 1 168 маш.-год величина K_j зменшилась ще більше і склала неприпустимо малу величину (0,095 за 1 127 маш.-год і 0,032 за 1 168 маш.-год (заштрихована зона на рис. 1).

Під час випробування на машині тертя ЧКМ (рис. 2) було виявлено, що в міру того, як збільшується строк експлуатації скрепера та відповідним чином зменшується величина K_j коефіцієнта протизношувальних властивостей (рис. 2) спостерігається монотонне підвищення діаметра d_{zn} плями зносу кульок. Так, за змащування вузла тертя свіжою РР І-Г-А-32 d_{zn} на кульках склав 0,46 мм, а після 1 008 маш.-год роботи гідроприводу скрепера d_{zn} підвищилось до 1,08 мм, тобто стало більше в 2,35 разів. Але вже через 1 127 маш.-год експлуатації величина d_{zn} різко збільшилась і досягла величини 1,97 мм (приблизно в 4,3 рази більше порівняно зі свіжою РР та в 1,82 рази порівняно з випробуваннями на машині після 1 008 маш.-год експлуатації гідроприводу скрепера). При цьому у значній кількості випробувань на машині тертя ЧКМ проби РР, яка відпрацювала 1 127 маш.-год, спостерігалися зварювання кульок. Тобто після експлуатації РР І-Г-А-32 протягом 1 008 маш.-год (заштрихована зона на рис. 2), коли величина коефіцієнта K_j досягає 0,16, починається різко підвищуватися діаметр плями зносу, що свідчить про практично повну втрату РР своїх протизношувальних властивостей.

Аналогічним чином, як і за випробування на машині тертя ЧКМ, змінюється знос зразків за випробувань їх на СМЦ-2 (рис.3): у разі використання свіжої РР І-Г-А-32 спостерігається найменший знос

колодок і роликів, але в міру випробувань РР із більшим напрацюванням знос зразків поступово збільшується, тобто поводить себе адекватно зменшенню величини коефіцієнта K_j протизношувальних властивостей. Так, за використання свіжої РР І-Г-А-32 знос колодок склав 0,0396 г, а роликів – 0,0092 гр. Після того, як РР відпрацювала 1 008 маш.-год (величина $K_j = 0,16$) знос зразків склав, відповідно 0,0976 гр та 0,0349 гр, тобто приблизно в 2,5 і 3,8 разів більше, ніж при використанні свіжої РР (заштрихована зона на рис. 3).

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 значення величини коефіцієнту протизношувальних властивостей складає 0,16 при граничному та змішаному режимах змащення.

Висновки

1. Коефіцієнт протизношувальних властивостей в повній мірі характеризує протизношувальні властивості робочої рідини.

2. Для індустриальної оливи І-Г-А-32 критичне (межеве) значення його складає 0,16. Перебільшення цього значення є об'єктивним приводом для заміни робочої рідини на свіжу або додаткового очищення її від забруднення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Венцель Е.С. Улучшение эксплуатационных свойств масел и топлив: монография / Е.С. Венцель // –Харьков:ХНАДУ, 2010. – 224с.
2. Венцель С.В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания / С.В. Венцель. - М.: Химия, 1979. – 240с.
3. Барабаш М.Л. 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.Х111, №4; – с.683-688