

Орел А.В., Щукин А.В.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ГИДРОПРИВОДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН**

*Предложено использовать как интегральный показатель качества рабочих жидкостей гидроприводов строительных и дорожных машин коэффициент противоизносных свойств  $K_j$ . В результате проведения эксплуатационных испытаний на автогрейдер ДЗК-250 установлено, что коэффициент противоизносных свойств  $K_j$  по мере наработки рабочей жидкости монотонно уменьшается. В определенный момент монотонность его изменения нарушается и наблюдается одновременное увеличение содержания железа в рабочей жидкости. При этом величина коэффициента противоизносных свойств  $K_j$  стремительно снижается, что говорит о потери рабочей жидкостью своих противоизносных свойств. Так, было установлено, что срок службы рабочей жидкости М-8-Г2 составляет 1171 маш-час.*

**Ключевые слова:** строительные и дорожные машины, рабочая жидкость, гидропривод, коэффициент  $K_j$ , срок службы.

**Актуальность исследования.** Противоизносные свойства рабочей жидкости (РЖ) в полной мере зависят от их загрязненности частицами пыли и износа. Из литературных источников и опыта эксплуатации строительных и дорожных машин (СДМ), работающих на строительных объектах, где высокая запыленность окружающей среды, известны статистические данные о 90% выходов гидросистем из строя из-за повышенного загрязнения РЖ [1–4]. Поэтому можно сделать вывод, что именно степень загрязнения РЖ лимитирует срок их службы в гидроприводе СДМ.

На сегодняшний день замену РЖ при эксплуатации машин осуществляют не по фактическому состоянию, а по сроку, указанному в руководствах по эксплуатации СДМ. Такой подход не является научно обоснованным, так как при этом не учитываются фактические условия эксплуатации (категория грунта, запыленность окружающей среды, температура, давление РЖ в гидросистеме и т.д.).

**Постановка проблемы.** Из литературных источников известны браковочные показатели и их максимальные значения РЖ [1, 2, 5]. Такой подход можно считать более перспективным, но большое количество браковочных показателей делает проблематичным определение их в эксплуатирующей организациях (отсутствие химических лабораторий, большая стоимость оборудования и химических реактивов, необходимость специального персонала, значительная продолжительность проведения каждого из анализов и др.).

**Цель работы** – установление и исследование единого наиболее информативного и интегрального показателя качества РЖ, превышение которого будет являться признаком необходимости замены ее на новую, что позволит повысить эффективность эксплуатации СДМ за счет уменьшения износа пар трения гидроприводов и как следствие, уменьшения простоев машин в ожидании и во время ремонтов, а также необоснованно высоких затрат на запасные части и собственно на РЖ.

**Решение задачи.** Как известно, промышленная чистота РЖ определяется согласно ГОСТ 17210-2004, а также по индексу загрязненности [2], алгоритм определения класса чистоты по индексу загрязненности разработана ВНИИГидропривод и определяется выражением (1)

$$Z = 10^{-3}(n_{5-10} \cdot 10 + n_{10-25} \cdot 25 + n_{25-50} \cdot 50 + n_{50-100} \cdot 100 + n_{100-200} \cdot 200) \quad (1)$$

где  $n_{5-10}$ ;  $n_{10-25}$  и т. д. – число частиц загрязнений размером от 5 до 10 мкм, от 10 до 25 мкм и т.д.

Но в (1) не учитываются частицы загрязнений размером 5 мкм и меньше, которые способны улучшать противоизносные свойства РЖ, за счет уменьшения электростатического износа в результате повышения электропроводности РЖ, благодаря развитой удельной поверхности способны адсорбировать на себя продукты окисления, способны нивелировать шероховатости поверхностей трения.

Нами в [6] предложено определять сроки службы РЖ гидроприводов землеройно-транспортных машин с помощью коэффициента противоизносных свойств  $K_j$ :

$$K_j = \frac{0,005n_5}{Z} \quad (2)$$

где  $n_5$  – количество частиц загрязнений размером  $\leq 5$  мкм;  
 $Z$  – индекс загрязненности рабочей жидкости.

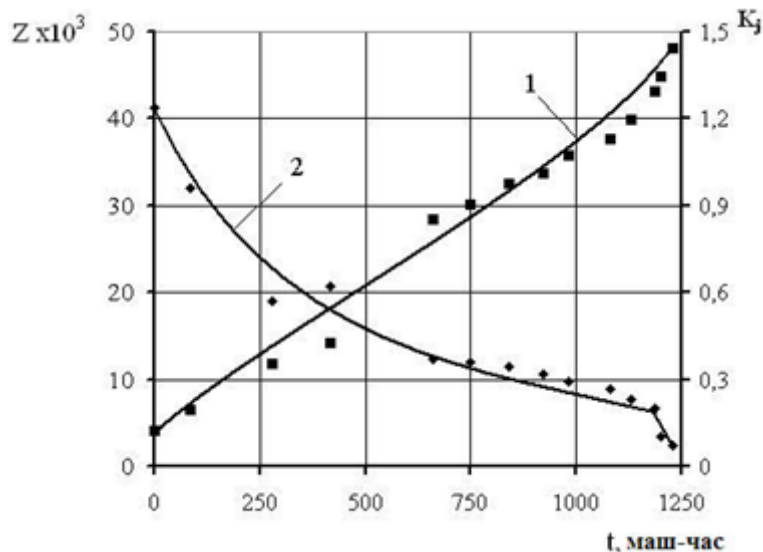
Для проведения эксплуатационных испытаний был выбран гидрофицированный автогрейдер ДЗК-250, который приписан к КП «КВБО» (г. Харьков), в котором отсутствовали данные в руководстве по эксплуатации этого автогрейдера по замене РЖ.

Перед началом испытаний с гидросистемы автогрейдера была слита отработанная РЖ. После этого гидросистема была тщательно промыта и в ее бак была залита свежая РЖ М-8-Г2.

В процессе эксплуатационных испытаний автогрейдер работал в штатном режиме, а именно выполнял ремонт и обслуживание дорожного покрытия, профилирование земляного полотна, строительство дорог, очистки дорожного покрытия и обочин от снега, то есть выполнял в определенных условиях все основные виды работ, которые характерны для автогрейдеров.

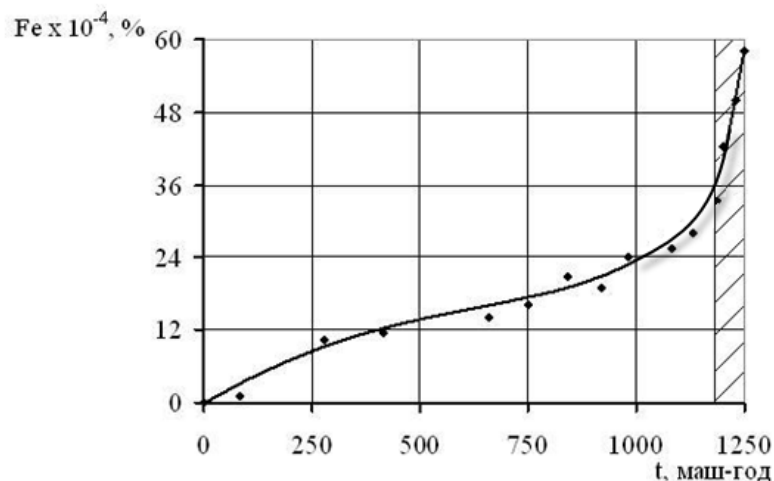
По заранее подготовленной схеме проводился отбор проб РЖ с гидросистемы и последующим проведением лабораторного анализа, в ходе которого определялся гранулометрический состав частиц загрязнений (включая частицы размером 5 мкм и менее), по результатам чего исчислялась значение индекса загрязнения, установление класса чистоты РЖ по ГОСТ 17216 2004 и коэффициента противоизносных свойств  $K_j$ . Кроме того, во время проведения анализов РЖ определялось содержание железа. Этот показатель косвенно характеризует процесс износа элементов гидропривода.

Результаты исследований РЖ приведены на рис. 1.



**Рис. 1. Зависимость индекса загрязненности (1) и коэффициента противоизносных свойств (2) от времени наработки РЖ М-8-Г2**

Как показали результаты анализов проб РЖ, по мере наработки индекс загрязненности РЖ постепенно и монотонно повышается (рис. 1), что свидетельствует об ухудшении класса чистоты РЖ по ГОСТ 17216: 2004 с 10-го до 14-го (наработка РЖ 1250 маш.-ч). При этом такого класса чистоты РЖ достигла уже после 920 маш.-ч работы в гидроприводе автогрейдера. Одновременно величина коэффициента  $K_j$  монотонно уменьшается от величины 1,24 (свежая РЖ) до 0,2 (1171 маш.-ч эксплуатации РЖ). После этого срока работы РЖ индекс загрязнения продолжает монотонно расти, но класс чистоты остается на уровне 14. Закономерность уменьшения величины коэффициента  $K_j$  через 1171 маш.-ч работы теряет монотонный характер и начинается резкое уменьшение величины  $K_j$ . При этом уже через 1230 маш.-ч наработки РЖ его величина составляет 0,07.



**Рис. 2. Зависимость содержания железа от времени наработки РЖ М-8-Г2**

Іменно після наработки 1171 маш.-ч (заштрихована зона на рис. 2) починає з аномально високою швидкістю накопичуватися в РЖ вміст заліза (початок заштрихованої зони), що свідчить про початок аномально великого зносу пар тріння гідросистеми. Все це ознаки того, що РЖ майже повністю втратила протизносні властивості в зв'язі з підвищеною забрудненістю, а тому підлягає заміні.

**Висновки.** 1. Коефіцієнт  $K_j$ , що характеризує протизносні властивості РЖ, може використовуватися як критерій, що визначає термін служби в гідроприводах будівельних і дорожніх машин. 2. Мінімально допустимим значенням коефіцієнта  $K_j$  РЖ М-8-Г2 при її використанні в гідроприводі автогрейдера ДЗК-250 є 0,2, що відповідає терміну служби цієї РЖ приблизно 1171 маш.-год.

#### Література

1. Венцель Е. С. Улучшение качества и повышение сроков службы нефтяных масел / Е. С. Венцель, С. Г. Жалкин, Н. И. Данько. – Харьков: УкрДАЗТ, 2003. – 168 с.
2. Венцель Е. С. Улучшение эксплуатационных свойств масел и топлив: монография / Е. С. Венцель. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 224 с.
3. Кондаков Л. А. Машиностроительный гидропривод // Л. А. Кондаков, Г. А. Никитин, В. Я. Скрицкий. – М.: Машиностроение, 1978. – 495 с.
4. Рыбаков К. В. Повышение чистоты нефтепродуктов / К. В. Рыбаков, Т. П. Карпекина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 112 с.
5. Венцель Е. С. Основи трибології та хімотології / Е. С. Венцель, Є. М. Лисіков, А. В. Євтушенко // Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ. 2007. – 241 с.
6. Венцель Е. С. Визначення мінімально допустимого значення коефіцієнта протизношувальних властивостей робочих рідин гідроприводів / Е. С. Венцель, О. В. Орел, О. Ю. Пономаренко // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – 2011, Вип. 53. – С. 95–98.

#### References

1. Ventsel E. S. *Úlychshenie kachestva i povyshenie srokov slýjby neftnyh masel* / E. S. Ventsel, S. G. Jalkin, N. I. Danko. – Harkov: ÝkrDAZT, 2003. – 168 s.
2. Ventsel E. S. *Úlychshenie eksplýatatsionnyh svoistv masel i topliv: monografija* / E. S. Ventsel. – Harkov: HNADÝ, 2010. – 224s.
3. Kondakov L. A. *Mashinostroitelnyj gidroprivod* // L. A. Kondakov, G. A. Nikitin, V. Ia. Skritskij. – M.: Mashinostroenie, 1978. – 495 s.
4. Rybakov K. V. *Povyshenie chistoty nefteprodýktov* / K. V. Rybakov, T. P. Karpekina. – M.: Agropromizdat, 1986. – 112 s.
5. Ventsel E. S. *Osnovi tribologii ta himotologii* / E. S. Ventsel, E. M. Lisikov, A. V. Evtýshenko // Navchalny posibnik. – Harkiv: ÝkrDAZT. 2007. – 241s.
6. Ventsel E.S. *Viznachennia minimalno pripýstymogo znachennia koefitsienta protiznošývalnih vlastivostei robochih ridin gidroprivodiv* / E.S. Ventsel, O.V. Orel, O.Yú. Ponomarenko // Visnik Harkivskogo natsionalnogo avtomobilno-dorojnogo ýniversitetý. – 2011, Vip.53. – S. 95–98.

Запропоновано використовувати як інтегральний показник якості робочих рідин гідроприводів будівельних і дорожніх машин коефіцієнт протизношних властивостей  $K_j$ . В результаті проведення експлуатаційних випробувань на автогрейдері ДЗК-250 встановлено, що коефіцієнт протизношних властивостей  $K_j$  в міру напрацювання робочої рідини монотонно зменшується. У певний момент монотонність його зміни порушується і спостерігається одночасне збільшення вмісту заліза в робочій рідині. При цьому величина коефіцієнта протизношних властивостей  $K_j$  стрімко знижується, що говорить про втрати робочої рідиною своїх протизношних властивостей. Так, було встановлено, що термін служби робочої рідини М-8-Г2 складає 1 171 маш.-год.

**Ключові слова:** будівельні і дорожні машини, робоча рідина, гідропривід, коефіцієнт  $K_j$ , термін служби.

It is proposed to use the coefficient of anti-wear properties  $K_j$  as an integral indicator of the quality of working fluids of hydraulic drives of construction and road machines. As a result of performance tests on the DZK-250 motor grader, it was found that the coefficient of anti-wear properties  $K_j$  monotonously decreases as the working fluid is produced. At a certain moment, the monotony of its change is broken and a simultaneous increase in the iron content in the working fluid is observed. In this case, the value of the coefficient of anti-wear properties  $K_j$  is rapidly decreasing, which indicates the loss of its anti-wear properties by the working fluid. So, it was found that the service life of the M-8-G2 working fluid is 1171 machine-hours.

**Key words:** construction and road machines, working fluid, hydraulic drive,  $K_j$  coefficient, service life.

**Щукин А.В.** Україна, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, кафедра Будівельних і дорожніх машин ім. А.М. Холодова, доцент, кандидат технічних наук.  
e-mail: [alexhome88@gmail.com](mailto:alexhome88@gmail.com)

**Орел А.В.,** Україна, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, кафедра Будівельних і дорожніх машин ім. А.М. Холодова, доцент, кандидат технічних наук.

