

УДК621.891.22

Е.С. Венцель¹, А.В. Щукин¹, М.В. Краснокутский²¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет)²Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНО НЕОБХОДИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИСАДКИ INFINEUM C9425 В МАСЛЕ И-Г-А-32 ДЛЯ ГИДРОПРИВОДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

Приведены методика и результаты испытаний на машинах трения ЧШМ и СМЦ-2 масла И-Г-А-32, применяемого в гидроприводах строительных и дорожных машин в качестве рабочей жидкости. Показано, что значение минимально необходимой концентрации искусственно введенной в масло противоизносной присадки Infineum C9425 должно составлять не менее 0,45%, что обеспечивает наименьший износ трущихся пар при работе их в режимах смешанного и граничного трения.

Ключевые слова: концентрация присадки, износ элементов гидропривода СДМ, гидроприводы строительных и дорожных машин.

Введение

В гидравлических приводах строительных и дорожных машин (СДМ) нашло широкое распространение индустриальное масло И-Г-А-32, которое выполняет функции рабочей жидкости. Однако, это масло не содержит в своем составе никаких легирующих присадок, в связи с чем имеет недостаточно высокие противоизносные свойства. Это приводит к увеличению износа элементов гидропривода, особенно насосов и распределительной аппаратуры. В связи с этим необходимо применение каких-либо методов, улучшающих противоизносные свойства масла И-Г-А-32. Одним из таких методов может быть введение в масло перед эксплуатацией гидроприводов СДМ какой-либо противоизносной присадки, а затем дозированным вводом искусственное поддержание необходимой концентрации ее на уровне, обеспечивающем минимальный износ трущихся поверхностей. В качестве такой противоизносной присадки можно использовать Infineum C9425, которая находит все большее распространение в зарубежных и отечественных смазочных маслах и положительно зарекомендовала себя в различных условиях эксплуатации.

Цель работы. Установить значение минимально необходимой концентрации присадки Infineum C9425 в масле И-Г-А-32, при которой противоизносные свойства его будут обеспечивать минимальный износ элементов гидропривода СДМ.

Решение проблемы

Для определения значения минимально необходимой концентрации присадки Infineum C9425 в масле И-Г-А-32 были проведены испытания на машинах трения ЧШМ и СМЦ-2.

На машине трения ЧШМ применялась четырехшариковая схема испытаний, которая обеспечивает контакт образцов по точке, то есть в режиме граничного трения при высоких контактных нагрузках.

В качестве изнашиваемых элементов использовались шарики диаметром 12,7 мм, изготовленные из стали ШХ-15.

Режим испытаний, исходя из опыта исследований масел, свойства которых близки маслу

И-Г-А-32 [1, 2], был выбран следующий: нагрузка на шарики – 500Н, частота вращения верхнего шарика – 25 с⁻¹, время испытаний – 20 мин.

После испытаний определялся диаметр пятен износа на шариках с помощью микроскопа МЕТАМ Р-1.

Для смазывания узла трения применялось индустриальное масло И-Г-А-32 в состоянии поставки, то есть без присадки, а также это же масло после введения в него присадки Infineum C9425 в концентрациях от 0,1 до 0,5% по массе.

Повторность испытаний на масле с каждой из концентраций присадки Infineum C9425 составляла четыре, что согласно [1 – 3] позволяет получить относительную погрешность не более 0,20 при доверительной вероятности 0,9. Усредненные по результатам четырех испытаний на машине трения ЧШМ данные приведены на рис. 1.

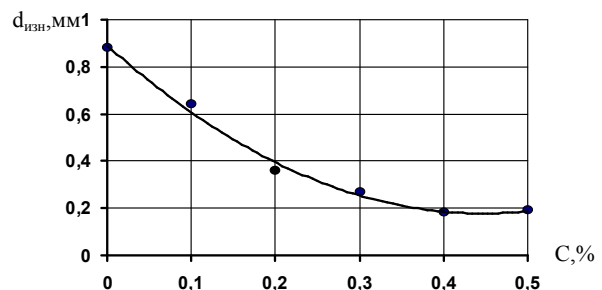


Рис. 1 Зависимость диаметра пятна износа $d_{изн}$ от концентрации C присадки Infineum C9425 в индустриальном масле И-Г-А-32

Как видно из представленного на рис. 1 графика, наибольшее значение диаметра пятна износа на шариках имеет место при смазывании их маслом И-

Г-А-32 без присадки (при $C=0$ $d_{\text{изн}}=0,88$ мм), однако, по мере увеличения концентрации присадки величина $d_{\text{изн}}$ снижается и впоследствии стабилизируется, то есть дальнейшее увеличение концентрации не приводит к адекватному снижению диаметра пятна износа. При этом закономерность снижения $d_{\text{изн}}$ по мере повышения концентрации присадки подчиняется полиному второй степени, что в целом, соответствует результатам исследований противозносных присадок в маслах других марок и назначения [1].

Для установления значения минимально необходимой концентрации присадки Infineum C9425 в масле И-Г-А-32 запишем аппроксимирующее уравнение $d_{\text{изн}} = f(C)$:

$$d_{\text{изн}} = 3,5893C^2 - 3,2004C + 0,8911. \quad (1)$$

После дифференцирования уравнения (1) и определения экстремума функции, было установлено, что величина $C_{\text{мин}}$ составляет приблизительно 0,45 %. При этой концентрации присадки величина диаметра пятна износа составляет согласно (1) 0,177 мм, что примерно в пять раз меньше по сравнению с маслом без присадки (при $C=0$ $d_{\text{изн}}=0,891$ мм).

Сравнительные испытания на машине трения СМЦ-2 проводились по схеме “колодка-ролик”, которая имитирует условия работы пар трения при смешанном режиме трения.

В качестве изнашиваемых элементов применялись сменные ролики, изготовленные из стали 38ХС, и колодки из бронзы БрАЖ9-4. Эти материалы широко применяются для изготовления насосов в гидравлических приводах СДМ.

Твердость рабочей поверхности роликов составляла HRC₂ 56-58, колодки – HB 98.

Диаметр роликов – 50 мм, ширина – 12 мм, ширина колодки – 10 мм, частота вращения ролика - 500 об/мин. Смазывание образцов производилось окунанием их на глубину 8 – 10 мм в масло, которое находилось в ванночке.

Режим испытаний был таким [1, 2]:

приработка образцов без нагрузки – 15 мин;

приработка при нагрузке 300 Н – 2 часа;

собственно испытания при нагрузке 600 Н – 4 часа.

В процессе испытаний фиксировался момент сил трения с помощью потенциометра ПРС-1, который входит в комплект машины.

Износ образцов определялся методом установления потери ими массы за время испытаний. Взвешивание образцов производилось аналитическими весами ВЛА-200г-М с точностью 0,0001 г с доведением образцов до постоянной массы.

Применялось промышленное масло И-Г-А-32 в состоянии поставки и при наличии в нем присадки Infineum C9425 в тех же концентрациях, как и на машине трения ЧШМ.

Испытания на маслах в каждом состоянии (без присадки и с присадкой при каждой концентрации) проводились по четыре раза, что обеспечило величину относительной погрешности не более 0,20 при доверительной вероятности 0,9 [1 – 3].

Результаты испытаний на машине трения СМЦ-2 представлены на рис. 2, из которого видно, что также как и в предыдущем случае, увеличение концентрации присадки способствует снижению износа колодок и роликов. При этом, как показали результаты расчетов по соответствующему аппроксимирующему уравнению, имеет место наименьшее значение суммарного износа обоих образцов при концентрации присадки в масле приблизительно 0,41% (суммарный износ при такой концентрации снизился в 2,36 раза по сравнению с применением масла И-Г-А-32 без присадки).

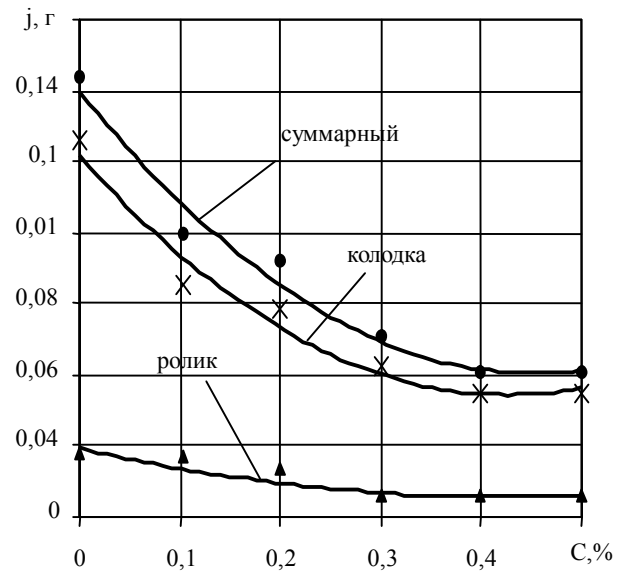


Рис. 2. Зависимость износа образцов от концентрации C присадки Infineum C9425 в промышленном масле И-Г-А-32

Дальнейшее увеличение концентрации присадки Infineum C9425 до 0,5% не приводит к адекватному снижению износа обоих образцов.

Несколько меньшее минимально необходимое значение концентрации присадки в масле при испытаниях на машине трения СМЦ-2 по сравнению с результатами испытаний на машине ЧШМ объясняется тем, что в первом случае имеет место смешанный (гидродинамический и граничный) режим трения, в то время как на машине ЧШМ наблюдается граничный режим в условиях высоких контактных нагрузок.

В связи с полученными результатами испытаний на машинах трения, а также приняв во внимание возможность работы элементов гидропривода как при смешанном, так и при граничном режимах трения, целесообразно поддерживать концентрацию присадки Infineum C9425 в промышленном масле И-Г-А-32 на уровне 0,45 %.

Вывод

1. Минимально необходимое значение концентрации присадки Infineum S9425 в индустриальном масле И-Г-А-32 должно составлять 0,45 %. Именно такую концентрацию присадки необходимо постоянно поддерживать в этом масле в процессе эксплуатации гидроприводов, что обеспечит наименьшее значение износа трущихся пар в условиях смешанного и граничного режимов смазывания.

2. В дальнейшем для поддержания указанного выше значения минимально необходимой концентрации присадки Infineum S9425 необходимо установить скорость ее срабатывания в масле И-Г-А-32 при эксплуатации гидроприводов СДМ и разработать специальное устройство для дозированного ввода, позволяющее высвобождать присадку с требуемой скоростью, при которой содержание присадки в масле будет постоянно поддерживаться на уровне 0,45%, что обеспечит минимизацию износа трущихся пар элементов гидропривода.

Список литературы

1. Венцель Е.С. Улучшение противоизносных свойств осевого масла для моторно-осевых подшипников локомотивов / Е.С. Венцель, Ю.Л. Ковальчук // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 5. – С. 58-63.
2. Венцель Е.С. Снижение износа моторно-осевых подшипников локомотивов / Е.С. Венцель, Л.А. Ковальчук, Е.Г. Гавриш // Зб. наук. праць УкрДАЗТ «Довговічність, надійність, працездатність деталей рухомого складу залізниць та спеціальної залізничної техніки». – 2006. – Вип. 79. – С. 139-145.
3. Венцель Е.С. Повышение износостойкости узлов трения гидропривода и сроков службы рабочих жидкостей дозированным вводом присадок / Е.С. Венцель, А.В. Евтушенко // Вестник ХАДТУ. – X., 1998. – С. 36-38.

Поступила в редколлегию 10.12.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.М. Фоменко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

**ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНЕ НЕОБХІДНІЙ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПРИСАДКИ INFINEUM S9425
У МАСЛІ І-Г-А-32 ДЛЯ ГІДРОПРИВОДІВ БУДІВЕЛЬНИХ І ДОРОЖНІХ МАШИН**

Е.С. Венцель, А.В. Щукин, М.В. Краснокутський

Приведені методика і результати випробувань на машинах тертя ЧШМ і СМЦ-2 масла І-Г-А-32, вживаного в гідроприводах будівельних і дорожніх машин як робоча рідина. Показано, що значення мінімальне необхідній концентрації штучно введеної в масло присадки протизносу Infineum S9425 повинно складати не менше 0,45%, що забезпечує найменший знос пар, що труться, при роботі їх в режимах змішаного і граничного тертя.

Ключові слова: концентрація присадки, знос елементів гідроприводу СДМ, гідроприводи будівельних і дорожніх машин.

**DETERMINATION IS MINIMUM THE NECESSARY CONCENTRATION OF ADDITIVE OF INFINEUM S9425
IN BUTTER OF I-G-A-32 FOR ГІДРОПРИВОДОВ OF BUILD AND TRAVELLING MACHINES**

E.S. Vencel', A.V. Schukin, M.V. Krasnokutskiy

A method and results of tests is resulted on the machines of friction of CHSHM and SMC-2 of butter of I-G-A-32, applied in hydraulic actuators of build and travelling machines as a working liquid. It is rotined that a value is minimum the necessary concentration of the antiwear additive of Infineum S9425 artificially entered in butter must make no less than 0,45%, that provides the least wear of the ground pair during work them in the modes of the mixed and border friction.

Keywords: concentration of additive, wear of elements hydraulic actuator of SDM, hydraulic actuators of build and travelling machines.