

УДК 621-034.14.669.14

Л.А. Шабалинская, ст. научный сотрудник, канд. хим. наук,

З.А. Годжаев, профессор, д-р техн. наук,

С.Д. Зайцев, канд. техн. наук

ОАО «Федеральный исследовательский испытательный центр машиностроения»

ул. НАТИ, д.13, с. Новый Быт, Чеховский р-н, Московская область, Россия, 142322

E-mail: ficm@mail.ru.

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОЙ ВОДОСОДЕРЖАЩЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ (ВЛП) ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ВЗАМЕН НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ

Исследования на уникальной стендовой установке УСУ «Климат» гидравлической огнестойкой водосодержащей жидкости (ВЛП) для объёмного гидропривода мобильных транспортных средств.

Ключевые слова: *масла, жидкость, гидропривод, техника, экология.*

Гидравлическая жидкость в гидросистемах мобильных транспортных средств, таких как объёмный гидропривод – это многофункциональный элемент системы «машина-масло», которая является одновременно энергоносителем. Таким образом, устанавливающая связь между насосом и гидродвигателем, и рабочей жидкостью, гарантированно обеспечивающим смазку подвижных частей элементов гидропривода.

В качестве рабочих жидкостей в гидравлическом приводе применяют минеральные масла, водомасляные эмульсии, водно-гликолевые растворы и синтетические жидкости. Выбор типа и марки рабочей жидкости определяется назначением, степенью надежности и условиями эксплуатации гидроприводов машин.

Применение огнестойкой водосодержащей жидкости, относящейся к классу водно-гликолевых растворов, НФС по ИСО 6743/4, приведет к снижению экологической нагрузки на природу при эксплуатации гидросистем машин различного назначения: сельскохозяйственного, строительно-дорожного, военного, специального.

Исследование вопросов ее применения относится к рациональному природопользованию и позволит сократить расход остродефицитных минеральных масел на нефтяной основе за счет их замены на новую низкотемпературную универсальную огнестойкую водосодержащую жидкость – ВЛП ТУ2422-3299204-2004, основными компонентами которой являются вода, лапрол, пропиленгликоль.

Применение жидкости ВЛП позволит улучшить экологию региона, в котором эксплуатируется гидрофицированная транспортная техника, жидкость нетоксична, легко вымывается из почвы, биологически разлагаемая, может быть использована вторично в качестве охлаждающей и технологической жидкости.

Обеспечение работоспособности сельскохозяйственных и промышленных машин укомплектованных объёмными гидроприводами в условиях низких температур с уменьшением времени их подготовки к работе, под нагрузкой, в условиях повышенной пожарной опасности или при сочетании этих условий является проблемой, актуальной, как для производителей машин, так и для эксплуатирующих организаций [1].

Таковыми машинами являются: комбайны серии «Енисей», ОАО «ПО «Красноярский завод комбайнов», г. Красноярск; ДОН-1200Б, 1500Б, 680, TORUM 740, ACROS, VECTOR – «Ростсельмаш», г. Ростов-на-Дону; автобетоносмесители АБС4-8 и др., ЗАО "КОМЗ-Экспорт", г. Каменск-Шахтинский СБ-92В, -59Б, -172-1,-237 ОАО «Туймазинский завод автобетоновозов», г. Туймазы; катки дорожные типа ДУ96-97 и др., "Михневский ремонтно-механический завод", Московская область. Примером эффективного решения указанной проблемы является замена минеральных масел на огнестойкие низкотемпературные рабочие жидкости.

По мнению международных научных экспертов [«Строительные и дорожные машины», №10, 2006, с. 12-14] пределы допустимого воздействия на природу вредных веществ к настоящему времени превышены в 10 раз. В это глобальное воздействие на окружающую среду вносит вклад и огромное количество мобильной строительно-дорожной, сельскохозяйственной и военной техники, применяющей в своих гидросистемах минеральные масла [2]. Если во многих развитых странах сбор и утилизация отработанных работавших жидкостей и смазочных материалов находится под контролем государственных органов, то о России повсеместно этого сказать нельзя. Поэтому исследование вопросов применения экологически чистых водосодержащих гидравлических жидкостей имеет несомненный интерес не только для разработчиков и производителей элементов гидропривода, но и для множества эксплуатирующих гидрофицированную мобильную технику организаций.

Опыт регулирования этой проблемы имеется в Финляндии и Швеции, где в гидросистемах лесозаготовительных агрегатных машин запрещено использовать минеральные масла, производимые из нефтепродуктов.

Основными этапами исследований являются:

1. Определение физических свойств, химического состава и трибологических характеристик ВЛП.
2. Определение особенностей эксплуатации ВЛП в ГСТ для чего разрабатывается модульный блок к стенду УСУ «Климат».
3. Разработка программы-методики стендовых испытаний выбранной гидросистемы (на базе аксиально-плунжерных машин, ГСТ-90).
4. Проведение стендовых испытаний гидросистемы в объеме, согласно программе-методике, на штатном масле (МГЕ-46В или МГЕ-10А) и опытной водосодержащей жидкости ВЛП (ВЛП-20 или ВЛП-10).
5. Разработка методических рекомендации по применению жидкости ВЛП в гидросистемах мобильных тягово-транспортных средств.

Проведенные исследования по оценке физических свойств, химического состава и трибологических характеристик огнестойкой водосодержащей жидкости показали, что её показатели назначения соответствуют показателям широко используемой в гидросистемах мобильных транспортных средств гидравлического масла марки МГЕ-46В по следующим показателям (Таблицы 1 и 2, рисунок 1).

Таблица 1 – Трибологические и физико-химические характеристики рабочих жидкостей для гидравлических систем

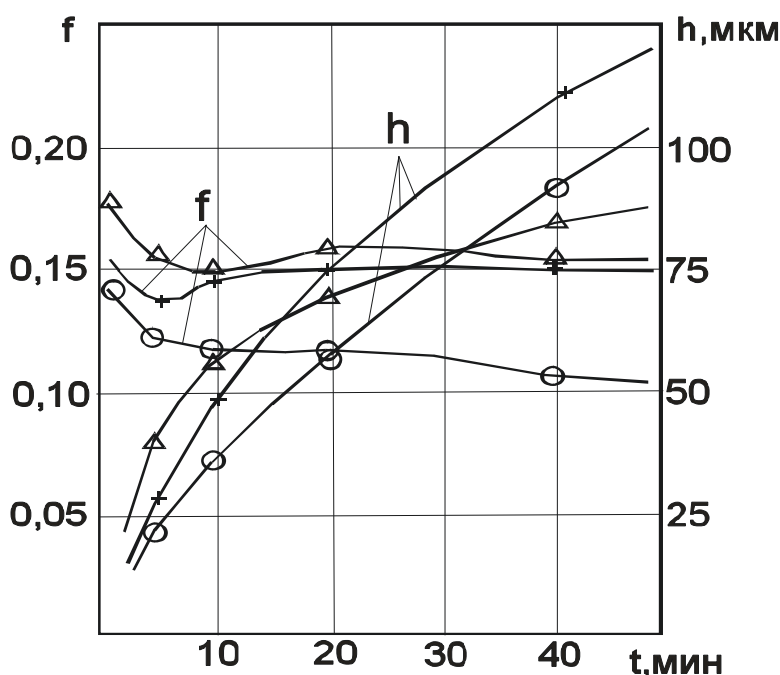
№ п/п	Наименование показателя	Значение показателей					
		Промгидрол ТУ 6-02-1140-78	ПГВ ГОСТ 25821-83	ВЛП-10 ТУ 24-001- 32992204-2004	ВЛП-20 ТУ 2422-001- 32992204-2004	МГЕ-10А ТУ 38.401-58- 337-2003	МГЕ-46В ТУ 38.700137-83
1	Трибологические характеристики на четырехшариковой машине трения: – диаметр пятна износа (Ди) при осевой нагрузке 196 Н при 15-25 °С в течение 1 ч, мм, не более, – нагрузка критическая, Н, – нагрузка сваривания, Н, – индекс задира, (И _з)	-	-	0,4	0,4	0,7	0,45
2	Плотность, г/см ³ , при 20 °С	775	1120	630	660	200	630
		1235	1780	1260	1410	1506	1500
		-	-	28	28	14	28
2	Вязкость кинематическая при 50 °С, мм ² /с	1,15	1,15	1,04	1,05	0,8	0,9
3	Температура застывания, °С	минус 45	минус 50	минус 60	минус 57	минус 60	минус 32
4	Температура вспышки, °С	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.	96	190
5	Вязкость кинематическая при 50 °С, мм ² /с	21,5	12	10	20	10	31

Таблица 2 – Результаты оценки износа деталей по массе в течение 500 ч стендовых испытаний жидкости ВЛП-20 и масла МГЕ-46В в объемном гидроприводе ГСТ-90

Детали насоса /мотора	Износ в смазочных жидкостях, % масс.	
	ВЛП-20	МГЕ-46В
Плунжер (Сталь 38 ХМВ)	0,31 / 0,09	0,15 / 0,02
Приставное дно (Латунь ЛМнКНС 58-1,-1,5-1,5)	0,061 / 0,16	0,019 / 0,031
Распределитель (Сталь ШХ-15)	0,26 / 0	0,19 / 0

Таблица 3 – Влияние примесей масла МГЕ-10А на физико-химические и трибологические свойства жидкости ВЛП-10

Свойства, метод	Примесь масла МГЕ-10А, об. %					
	0	0,5	1	2	4	6-10
Плотность при 20 °С, кг/м ³ ГОСТ 3900	1044,8	1044	1043	1042	1040	1037-1030
Кинематическая вязкость при 50 °С ГОСТ 33, мм ² /с	12	12,4	12,45	12,9	13,6	-
Испытания на четырёх шариковой машине трения ГОСТ 9490						
Критическая нагрузка Р _к , Н	500	630	630	630	800	-
Нагрузка сваривания, Р _с , Н	1500	1500	1500	1500	1500	-
Индекс задира I _z	30	40	30	32	32	-
Внешний вид	Желтая прозрачная жидкость	Желтая прозрачная жидкость	Желтая слабо мутная жидкость	Желтая мутная жидкость	Желтая мутная	Трехфазное состояние
Вспениваемость при 40 °С, ГОСТ 25821 п.4.8						
объем пены, см ³ ;	10	2	2	5	5	
время осаждения пены, с	5	0	0	0	2	

Рисунок 1 – Зависимости величин износа h и коэффициента трения f от времени в сопряженной паре трения

Сталь 20Х2Н4А (ролик), покрытие Х.тв.21 - Бронза БрАЖ Мц 10-3-1,5 (брусок)
при испытаниях на машине трения Шкода – Савина образцов водосодержащей жидкости
ВЛП-10, 0 км пробега ($\circ$ --- $\circ$), ВЛП-10, 610 км пробега ($+$ --- $+$) и масла МГЕ-10А,
0 км пробега (Δ --- Δ)

Анализ эксплуатации транспортных средств с гидрообъемной трансмиссией показал, что для корректной эксплуатации гидромашин большое значение имеют определённые по составу и свойствам рабочие жидкости – гидравлические масла. Неправильный их выбор может привести к сокращению срока службы и отказу работы изделий.

Рекомендованная к применению ВЛП в качестве рабочей жидкости в гидравлических системах строительной, дорожной, лесозаготовительной, подземно-транспортной, сельскохозяйственной, спецтехники, военной техники других машинах, а также в промышленных агрегатах, эксплуатируемых на открытом воздухе должна иметь оптимальные характеристики:

- изготавливаться с использованием высококачественных присадок;
- иметь высокий индекс вязкости, обеспечивающий стабильность вязкостных характеристик во всем диапазоне рабочих температур и отличную прокачиваемость при низких температурах;
- обладать улучшенной фильтруемостью, подтвержденной испытаниями на 1,2 микронной мембране по методу Denison;
- снижать износ компонентов гидравлической системы за счёт улучшенного пакета противоизносных присадок;
- иметь повышенную коррозионную стойкость;
- улучшенное воздухоотделение и антипенные свойства, уменьшающие степень проникновения пузырьков воздуха в рабочую часть системы, снижающую риск повреждения насосов и гарантированное стабильное качество.

С целью оценки технических параметров ВЛП и учёта условий эксплуатации транспортных средств с гидрообъёмной трансмиссией разрабатывается программа-методика испытаний, основными методическими положениями которой являются:

- ускорение сравнительных испытаний гидрожидкости ВЛП масла МГЕ-46В, которое достигается за счёт форсирования силовых (динамических) режимов работы гидростатической трансмиссии (ГСТ) на стенде до 20 % от рабочих значений;
- увеличения по циклам нагружения до 5-7 раз в сравнении с эксплуатационными.

Базой для применения значений коэффициентов по формированию силовых режимов и увеличению по циклам нагружения служат результаты эксплуатационных и стендовых испытаний и исследований транспортных средств с гидростатической и гидравлической системами.

Критерием применяемости результатов испытаний является средство вида и характера изменения показателей назначения ГСТ в эксплуатации. Методика испытаний предусматривает план (N,R,S) [3], обеспечивающий достижение поставленных в настоящей работе целей и достоверность полученных результатов.

Для обеспечения качества ожидаемых научных/научно-технических результатов в работе задействовано использование уникальной стендовой установки, камеры которой обеспечивают испытание тяжёлых промышленных тракторов мощностью до 1000 л.с. в экстремальных температурных условиях [4].

Уникальность конструкции климатических камер, имеющихся в УСУ «Климат» ОАО «ФииЦ М», заключается в наличии специальных устройств, позволяющих моделировать нагрузку на испытуемый объект в различных вариациях, вплоть до максимальной, через систему карданных валов индукционными тормозами и электрическими динамометрами при охлаждении от минус 50 °С и нагреве до плюс 60 °С.

Существующие аналогичные отечественные испытательные комплексы обеспечивают охлаждение от минус 40 °С и нагрев до плюс 40 °С только при моделировании нагрузки на испытуемый образец или испытывается в аналогичных условиях без нагрузки.

Для проведения ускоренных сравнительных испытаний ГСТ монтируется модульный блок стенда УСУ «Климат» (рисунок 2).



Рисунок 2 – Модульный блок стенда KH-488116M-03

Модульный блок включает агрегаты, механизмы и системы:

- электрический динамометр DS1036-4N мощностью 245 кВт, частотой вращения, (0–3000) мин⁻¹;
- максимальный крутящий момент 780 Н·м в качестве загрузочного устройства гидромотора МПа-100 с системой циклического нагружения;
- блок аксиально-поршневого гидронасоса НПЛ-100 с асинхронным двигателем мощностью 75 кВт;
- масляный фильтр с величиной фильтрации до 10 мкм;
- радиатор охлаждения рабочей жидкости;
- система контрольной аппаратуры по расходу, температуре, давлению, нагружению;
- системой маслопроводов.

Данная установка позволяет проводить испытания при циклическом применении момента нагружения от 0–780 Н·м при периоде цикла нагружения до 10 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разрабатываемая программа-методика испытаний на специальном модульном блоке стенда УСУ «Климат» обеспечит определение основных параметров эксплуатации ВЛП для дальнейшего внедрения и использования на различных режимах нагружения силовых передач в климатических условиях эксплуатации.

Выявленные несоответствия ТУ будут использованы для дальнейших исследований в целях внедрения ВЛП в гидросистемах для эксплуатации транспортных средств.

Библиографический список использованной литературы

1. Шабалинская Л.А. Пути повышения экономической безопасности автотракторных средств / Л.А. Шабалинская, Г.М. Левкин // Проблемы экономичности и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания: XVII междунар. постоянно действующий науч.-техн. Семинар. — Саратов, 2004. — С.
2. Шабалинская Л.А. Особенности износа энергетических систем мобильной техники с водосодержащей жидкостью / Л.А. Шабалинская // Второй Всемирный конгресс по триботехнике. — Вена, 2001. — С. 850–851.
3. ГОСТ 27.410-87. Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность. — Введ. 1989-01-01. — М.: Изд-во стандартов, 1988. — 109 с. — (Госстандарт России).
4. Исследования и испытания на долговечность дисков трения гидромеханических коробок передач с наноструктурированным покрытием на уникальной стендовой установке «Климат» / З.А. Годжаев, С.Д. Зайцев, О.В. Сомов, Л.А. Шабалинская // Вестник СевНТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь: СевНТУ, 2010. — Вып. 110. — С. 191–192.

Поступила в редакцию 10.03.2011 г.

Шабалинська Л.А., Годжаєв З.А., Зайцев С.Д. Питання використання вогнетривкої водовмісної гідролічної рідини для мобільних тягово-транспортних засобів замість нафтових масел

Дослідження на унікальній стендовій установці УСУ «Клімат» гідролічної вогнетривкої водовмісної рідини (ВЛП). Для об'ємного гідроприводу мобільних транспортних засобів.

Ключові слова: масла, рідина, гідропривод, техніка, екологія.

Shabalinskaya L.A., Godjaev Z.A., Zaytsev S.D. The application of incombustible aquiferous hydraulic liquid (VLP) for mobile traction vehicles instead of hydrocarbon oils

The Unique Test Bench (Klimat) Studies of the incombustible aquiferous hydraulic liquid (VLP) for a hydrostatic drive of the mobile traction vehicles are conducted.

Keywords: oils, liquid, hydrostatic drive, technology, ecology.