

*Андросов П.В.*

*Студент*

*Ухтинский государственный технический университет*

*Россия, Республика Коми, город Ухта*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РВД В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

### *Анотация*

*Известно, что в настоящее время существует проблема эксплуатации специальной техники при изменении температуры окружающей среды, влияющая на гидравлический привод и гидравлические механизмы включая рукава высокого давления (РВД). Исследуются способы обеспечения безотказной работы гидропривода, предложена актуальная конструкция рукава высокого давления, армирующая углеволоконной нитью.*

*Ключевые слова: рукав высокого давления, рабочая жидкость, давление, отрицательные температуры, технологические машины, отказ, гидропривод, надежность, эффективность.*

**Androsov P.V.**

**Student**

**Ukhta State Technical University**

**Russia, Republic of Komi, city of Ukhta**

## **STUDY OF RELIABILITY OF RVD OPERATION UNDER LOW TEMPERATURE CONDITIONS**

## *Anotation*

*It is known, that at present there is a problem of operation of special equipment at changes in ambient temperature, affecting hydraulic drive and hydraulic mechanisms including high pressure hoses (HPH). The ways of providing failure-free operation of the hydraulic drive, the actual design of the high-pressure hose is offered, reinforcing with carbon fiber thread.*

*Keywords: high-pressure hose pressure, working fluid, pressure, negative temperatures, technological machines, failure, hydraulic drive, reliability, efficiency.*

Эксплуатация гидрофицированной техники, например, лесозаготовительной техники, в различных климатических условиях связана со множеством факторов, отрицательно влияющих на работу гидропривода.

Как показали исследования, существуют три основных направления, по которым температура окружающего воздуха воздействует на гидравлический привод. Под действием температуры (в диапазоне от  $-50$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ ) значительно изменяется состояние рабочей жидкости: многократно увеличивается вязкость, плотность, содержание влаги. При повышении содержания газо-воздушной фазы, уменьшаются модуль объемной упругости и скорость распространения импульса, увеличивается динамическая податливость и коэффициент объемного расширения.

При изменении температуры окружающего воздуха происходит изменение величины зазоров в подвижных соединениях и натягов в неподвижных. За счет деформации и изменения размеров деталей происходит повышение сил трения или защемления подвижных элементов

в направляющей и регулирующей гидроаппаратуре, подсос воздуха во всасывающей гидролинии и насыщение рабочей жидкости воздухом. Все эти факторы ухудшают динамику гидропривода и металлоконструкций, которая провоцирует отказ гидроаппаратуры, разрушение узлов гидрооборудования.

При изменении температуры происходит отрицательное влияние на физико-механические свойства материалов гидрооборудования, особенно полимеров. Изменяется характер контакта поверхностей трения, повышаются сила трения и износ деталей гидрооборудования.

Действие этих факторов при отрицательной температуре окружающей среды проявляется одновременно, усугубляя и затрудняя весь процесс эксплуатации гидропривода машины.

В режиме запуска и в первые минуты работы гидропривода нагрузки на все его элементы превышают нормативные показатели и происходит наибольший износ гидрооборудования.

Исходя из климатического условия в Районах крайнего севера, количество месяцев с отрицательной температурой воздуха составляет от 3 до 9, решение проблем, связанных с запуском объемного гидропривода строительных и лесозаготовительных машин является актуальной задачей.

В работе рассмотрены методы повышения работоспособности гидропривода при низких температурах.

Использование хладостойких сталей для изготовления штоков, проушин гидроцилиндров, валов насосов и гидромоторов, приводит к увеличению срока службы и уменьшению отказов.

Повышение уровня технического обслуживания, является важным фактором повышения работоспособности при эксплуатации машин в суровых климатических условиях.

Разработка современных гидравлических систем. Принцип метода заключается в использовании гидрозамков, дросселей с обратными клапанами, предназначенных для исключения быстрого самопроизвольного опускания рабочего оборудования, применение вторичных предохранительных клапанов, а также клапанов с различными логическими функциями, кроме того можно применять регулируемые аксиально-поршневые насосы с так называемым ноль-установителем, который при пуске насоса автоматически уменьшает угол наклона блока цилиндров и тем самым обеспечивает минимальную подачу жидкости, что позволяет уменьшить пиковое давление в период пуска и как следствие, крутящий момент на валу и исключает задиры, заклинивание в поршневой группе насоса.

Применение маловязких рабочих жидкостей. Применение масел ВМГЗ и МГ которые обладают отличными эксплуатационными свойствами, которые обеспечивают защиту металлических поверхностей от трения и износа, удовлетворительно предотвращают коррозию, слабо образуют смолистые осадки, имеют хорошие антипенные свойства.

Оптимизация теплового режима гидропривода позволяет решить проблемы работоспособности гидропривода в комплексе, т. к. он дает возможность уменьшить потери давления жидкости в гидросистеме и потери на трение в гидрооборудовании, увеличить долговечность гидрооборудования, повысить объёмный КПД и производительность машин, а главное, позволяет использовать в гидроприводе одно масло в течение всего года. Все это достигается с помощью искусственного поддержания температуры (вязкости) минерального масла в оптимальном диапазоне.

Рассмотренные методы повышения работоспособности гидропривода не исключают полностью друг друга, а тесно сочетаются между собой.

Поэтому для повышения эффективности эксплуатации гидрофицированной техники необходимо учитывать возможность сочетания всех методов.

Для оценки влияния низкой температуры на работоспособность гидравлического привода, был проведен анализ отказов гидрооборудования, возникающих у техники в зимний и летний периоды. Анализ проводился на базе строительной техники и гидрофицированной техники. Результаты анализа сведены в Таблицу 1.

Таблица 1. – Отказы элементов гидропривода.

Элементы гидропривода	Частота встречаемого отказа и неисправности за один сезон	
	Летний	Зимний
Рукава высокого давления	8	18
Дроссели и фильтры	6	10
Золотники и распределительные устройства	3	7
Элементы автоматики	2	4
Силовые элементы	2	3

Проведенный анализ показал, что наиболее часто встречаемым видом отказа является выход из строя рукава высокого давления (РВД). Низкая температура оказывает негативное влияние на физико-механические свойства полимеров входящих в состав РВД, армирующие металлические элементы РВД имеют различные коэффициенты термического расширения с полимерами. Также в момент запуска и первые минуты работы гидропривода давления в контурах не редко превышают допустимые показатели. Совокупность этих факторов объясняет полученные результаты анализа отказов.

Таким образом, сокращение количества отказов по причине выхода из строя РВД повысит эффективность эксплуатации гидрофицированной техники.

Для оценки эксплуатационных характеристик РВД при низких температурах необходимо обосновать оценочные параметры. Такими являются гидравлическая прочность и изгибоспособность РВД.

Гидравлическая прочность – это способность гидравлической системы выдерживать давление жидкости, или, проще говоря, максимально допустимое давление, превышение которого приведет к разрушению.

В простейшем варианте, при котором РВД имеет один слой армирования, расчет гидравлической прочности:

$$p_1 = 0.735 \cdot k_B \cdot N \cdot n \cdot \frac{1}{d_1^2},$$

где:

$k_B$  – сопротивление оплетки разрыву, Н/мм<sup>2</sup>;

$N$  – количество потоков проволоки, выкладываемой шпулей оплеточной машины;

$n$  – число проволок на шпуле.

Существует методика для определения относительного снижения прочности РВД при изгибе, обозначим эту величину как  $\varphi$ . Относительное снижение прочности при изгибе  $\varphi$ :

$$\varphi = \frac{P_{из}}{P_{пр}}$$

где:

$P_{из}$  и  $P_{пр}$  – гидравлическая прочность изогнутого и прямого рукава.

Как отмечалось ранее, методы повышения работоспособности гидропривода могут сочетаться, или иметь двойное назначение.

Авторами была предложена конструкция РВД, содержащая углеволоконную нить в качестве армирующего элемента. Применение углеволоконной нити положительно скажется на гидравлической прочности и изгибоспособности. Также физико-механические свойства углеволокна позволяют производить подогрев РВД и жидкости, находящейся в нем, за счет подведения электрического тока, при этом достаточно обеспечить два электрических контакта на концах углеволоконной нити.

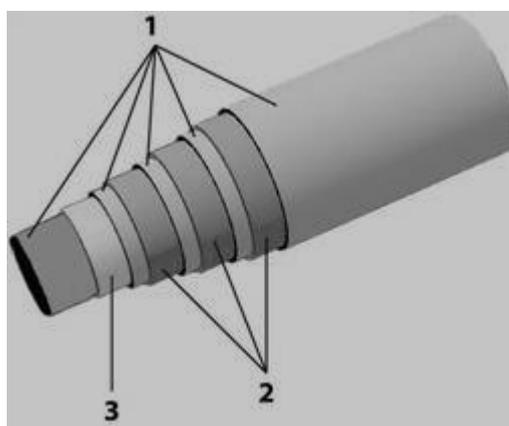


Рисунок 1. – Рукав высокого давления

1 – резина; 2 – металлическая оплетка; 3 –углеволоконная нить.

Таким образом авторы полагают, что применение углеволоконной нити в качестве оплеточного материала сократит количество отказов РВД, а также позволит сократить время прогрева гидропривода в зимний период.

Для проверки выдвинутой гипотезы необходимо провести расчеты гидравлической прочности и изгибоспособности РВД с углеволокном в качестве оплетки.

Таблица 2. – Результаты расчета гидравлической прочности и изгибоспособности.

№	Рукав высокого давления	Гидравлическая прочность (Мпа)	Относительное снижение прочности при изгибе
1	С металлической оплеткой	3,35	0,91
2	С оплеткой из углеволокна	16,71	0,967

Проведенные расчеты показали, что гидравлическая прочность увеличивается в 5 раз, а также снижается влияние изгиба на рукав высокого давления с оплеткой из углеволокна.

Авторы исследования полагают, что данное направление повышения эффективности эксплуатации гидрофицированной техники является перспективным и требует продолжения теоретических и экспериментальных работ.

### **Выводы**

Для повышения эффективности эксплуатации гидрофицированной техники необходимо разработать систему исследований гидропривода на предупреждения отказов элементов технологического оборудования, которые приводят к простоям машин и дополнительным затратам материальных средств, не предусмотренных системой их эксплуатации. В частности, выход из строя рукавов высокого давления, как правило, приводит не только к простоям, но и к потерям дорогостоящей рабочей жидкости. В этой связи в качестве средства предупреждения, отказов и выхода из строя гидропривода может быть предложена методика разработки новых компонентов и материалов рукавов высокого давления, позволяющая уменьшить внезапный выход их из строя и возможность более полного использования их ресурса.

### **Использованные источники:**

1. Н.Н. Карнаухов, А.В. Яркин, А.Р. Крук Особенности эксплуатации гидравлических экскаваторов в холодных климатических условиях. - Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. Строительные и дорожные машины 2013. №9. С. 37-44.

2. Дроздовский Г.П., Шоль Н.Р. Исследование процессов старения рукавов высокого давления гидропривода управления оборудованием лесозаготовительных машин//Актуальные проблемы лесного комплекса. Г.П.Дроздовский , Н.Р.Шоль . –Ухта: УГТУ, 2005. №11

3. Каверзин С.В., Лебедев В.П., Сорокин Е.А. Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах. Красноярск: 1998. 240 с.

4. Каданцева А.И., Тверской В.А. Углеродные волокна. Учебное пособие. М. МИТХТ им. М.В. Ломоносова. 2008. 55с.