

Ш. М. Мерданов; А. В. Яркин; Ф. Д. Шараев

ГОУ ВПО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Тюмень, Россия

ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРЕВ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В статье представлены методы прогрева элементов гидропривода строительных машин, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур.

В настоящее время в северных регионах страны эксплуатируется большой парк строительных машин, немногие из которых (до 5 %) являются специальными машинами северного исполнения (исполнение ХЛ). К тому же эта, в основном неспециализированная техника, плохо обеспечена специальными зимними сортами горюче-смазочных материалов» (50 % топлива, 35...40 % трансмиссионного масла, 20...25 % рабочей жидкости гидросистем). Все это приводит к тому, что производительность строительных машин снижается, по сравнению с расчетной, в среднем в 1,5 раза, в 2...3 раза уменьшается наработка на отказ, в 2...5 раз сокращается по сравнению с нормативным сроком службы. Процесс подготовки машин к работе превращается в изнурительную процедуру, продолжающуюся в течение 1...3 часов и более. В силу вышеизложенного, проблема адаптации строительных машин к специфическим природно-климатическим условиям севера не теряет своей актуальности, несмотря на то, что опыт в этом вопросе накапливался много лет.

Заводы-изготовители строительной техники предпочитают выпускать её в виде продукции общего назначения, перекладывая проблему адаптации на плечи эксплуатирующих организаций. В настоящее время проблему удастся во многом решить путем применения специальных зимних топлив, смазочных масел и жидкостей гидросистем. Установлено, в частности, что в подобных случаях строительная машина эффективно работает, а ее приводной двигатель и гидропривод успешно "вхолодную" запускаются при отрицательных температурах до $-15...25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Однако применение этих зимних жидкостей не решают до конца проблемы эксплуатации строительной техники поскольку рабочий диапазон температур для специального гидравлического масла ограничен $-10\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кроме того, при низких температурах происходит интенсивный износ резинотехнических изделий гидропривода (поршней, манжеток), что влечёт за собой последующие утечки масла, а также происходит износ металличе-

ских деталей (насосов, плунжерных пар) и потеря рабочего давления в системе, вследствие повышения вязкости масла, снижается объёмный КПД гидронасосов и гидромоторов и производительность гидрофицированных машин [1].

В настоящее время используются такие методы повышения работоспособности гидропривода при низких температурах:

1) применение материалов повышенной прочности для изготовления ответственных деталей гидрооборудования (применение хладостойких сталей для изготовления штоков и проушин гидроцилиндров, валов насосов и гидромоторов. Применение прочных и морозостойких полиуретановых и резинотканевых уплотнений гидрооборудования, которые имеют высокую прочность, сохраняют достаточную эластичность в широком диапазоне температур;

2) повышение уровня технического обслуживания. Уровень технического обслуживания является важным фактором повышения работоспособности. Причём для машин, эксплуатируемых в суровых климатических условиях, тщательность и своевременность технического обслуживания особенно необходима;

3) разработка современных гидравлических систем. К этому методу следует отнести, например, использование гидрозамков или 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. Это позволяет уменьшить пиковое давление в период пуска и, как следствие, крутящий момент на валу, что в конечном итоге исключает задиры и заклинивание в поршневой группе насоса;

4) применение маловязких рабочих жидкостей. Применение масел ВМГЗ и МГ которые обладают хорошими эксплуатационными свойствами: обеспечивают защиту металлических поверхностей трения от задиров и износа, удовлетворительно предотвращают коррозию, слабо образуют смолистые осадки, имеют хорошие антипенные свойства. Однако необходимо отметить, что маловязкие минеральные масла при температурах выше $+35^{\circ}\text{C}$ не обеспечивают достаточную защиту поверхностей трения;

5) оптимизация теплового режима гидропривода – это направление следует считать наиболее радикальным, так как оно позволяет решить проблемы работоспособности гидропривода в комплексе. Оптимальный тепловой режим дает возможность уменьшить потери давления жидкости в гидросистеме и потери на трение в гидрооборудовании, увеличить долговечность гидрооборудования, повысить объёмный КПД и производи-

ность 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. Для регулирования температуры рабочей жидкости в гидросистему вводится дополнительное устройство, которое при низких температурах за счет специальных подогревателей или тепла, выделяемого ДВС, способствует интенсивному разогреву масла, а при высоких температурах увеличивает теплообмен гидропривода с окружающей средой за счет ввода дополнительных поверхностей теплоотдачи, обдува гидросистемы, применения масляных радиаторов.

Все эти рассмотренные методы повышения работоспособности гидропривода, ни в коем случае, не исключают и не заменяют полностью друг друга, а ограниченно сочетаются между собой. Поэтому, при проектировании гидроприводов машин, предназначенных для эксплуатации в районах с суровым и резкоконтинентальным климатом, необходимо учитывать возможность сочетания всех методов. Необходимо отметить, что в настоящее время предпусковой разогрев жидкости находит широкое применение на отечественных и зарубежных машинах.

На Красноярском заводе лесного машиностроения и Пермском ПО «Коммунар» серийно выпускаются машины с разогревом рабочей жидкости отработавшими газами, на Воронежском экскаваторном заводе на экскаваторах ЭО-5122 устанавливают дроссели для подготовки гидропривода к работе при низких температурах. Устройства предпускового разогрева используют и на ряде других отечественных машин. Примером таких устройств может служить котел-подогреватель фирмы «Webasto». Зарубежные фирмы также стали использовать предпусковой разогрев рабочей жидкости в гидроприводе самоходных машин. Например, фирмы «Mitsubishi», «Hitachi» (Япония) используют отработавшие газы для разогрева гидросистемы одноковшовых экскаваторов и аккумуляторных батарей, обеспечивающих пуск дизельных двигателей. Фирма «Юкэн коге» (Япония) выпускает ответственное гидрооборудование (регулируемые аксиально-поршневые насосы и гидромоторы) с встроенными в их корпус электронагревательными спиралями, что позволяет осуществить безаварийный пуск гидропривода практически при любой низкой температуре [2].

Существуют разработки тюменского государственного университета «Система утилизации тепла СУТ (ТАТ-3) с включением в нее многосекционного теплового аккумулятора теплоемкостного типа». ТАТ-3 содержит двигатель с системой охлаждения, контур циркуляции жидкого теплоносителя, включающий тепловой аккумулятор ТА из нескольких одинаковых секций, теплообменный аппарат, связанный с выхлопной трубой двигателя, насос, а также теплообменника в гидробаке гидросистемы и в поддоне картера. Секции ТА могут поочередно подключаться к контуру циркуляции жидкого теплоносителя. На входе ТА установлен многопозиционный

кран с отводами в каждую секцию. В напорной линии насоса установлен трехходовой распределитель. Таким образом, при поочередном подключении к системе предпусковой подготовки каждой из секций теплоаккумулятора более глубокое охлаждение антифриза происходит во всех из них, кроме последней, что приводит к съему с теплового аккумулятора большей энергии, чем в том случае, если бы он состоял из одной секции. Однако разбиение ТА на секции приводит к более интенсивному охлаждению ТА при работе системы в стадии хранения тепла. Это оригинальный тепловой аккумулятор теплоёмкостного типа, которым предлагается оснастить системой утилизации тепла отработавших газов ДВС бульдозера. Здесь термостат имеет не одну ёмкость с жидким теплоносителем антифризом, а несколько. Эти секции поочередно подключаются к системе циркуляции и обеспечивают прогрев дизеля. После того, как дизель получил предпусковую тепловую подготовку, все секции в той же последовательности включаются на прогрев гидробака. Идея такого построения теплового аккумулятора – термостата заключается в более глубоком охлаждении антифриза в нем, то есть в более полном использовании его теплового потенциала, что приводит к снижению массы антифриза.

Другая разработка – конструкция энергосберегающего гидробака для экскаватора типа ЭО-4121. От штатного гидробака он отличается тем, что крышка и корпус покрыты слоем теплоизоляции, а в него на планках устанавливается шесть барабанов, наполненных теплоаккумулирующим материалом (ТАМ). Во время работы экскаватора рабочая жидкость в гидросистеме и гидробаке нагревается, но не слишком, так как ТАМ «забирает» его ощутимую часть. В период межсменной стоянки экскаватора рабочая жидкость охлаждается, но не ниже -15°C , что позволяет запускать гидросистему экскаватора без предпусковой тепловой подготовки её гидробака [1].

Кроме того, существует ряд других научных исследований, направленных на обеспечение оптимального теплового режима гидропривода.

Однако, существующие и предлагаемые способы, как правило, направлены на поддержание оптимальной температуры рабочей жидкости в баке гидравлической системы строительной машины, и частично, в гидродинамическом приводе, при этом они не обеспечивают непосредственный прогрев и поддержание температуры гидроцилиндров, которые являются гидрообъемной частью гидросистемы и не имеют постоянной циркуляции. Гидроцилиндры служат приводом рабочего оборудования гидрофицированных машин и по статистике чаще всего выходят из строя.

Исследования авторов направлены на поддержание рабочей температуры рабочей жидкости непосредственно в гидроцилиндрах. Для достижения технического результата предлагается проводить локальный прогрев рабочей жидкости непосредственно в силовых агрегатах гидропривода

(гидроцилиндрах, гидромоторах, гидронасосах и т.д.) с помощью электрического подогревателя.

Предлагаемая конструкция состоит из основы, которая выполнена из теплоизоляционного материала, внутри которой уложен электронагревательный кабель. В качестве источника тепла предлагается промышленный саморегулирующийся электронагревательный кабель ленточного типа, предназначенный для использования в системах подогрева, антиобледенения и для защиты трубопроводов и ёмкостей, резервуаров от замерзания и т.п. Рабочее напряжение может быть 24 или 220 Вольт, в зависимости от выбранного типа кабеля.

Эффект саморегулирования заключается в автоматическом увеличении тепловой мощности кабеля при снижении температуры гидроцилиндра и наоборот. Этот эффект основан на применении в нагревательном кабеле специальной полупроводниковой матрицы, меняющей свои проводящие свойства в зависимости от температуры, с понижением температуры уменьшается сопротивление матрицы и, следовательно, увеличивается протекающий ток, что приводит к увеличению выделяемой тепловой мощности и нагреву поверхности. При возрастании температуры происходит обратный процесс.

В общем виде конструкция представляет собой легкосъёмный чехол на застежках, что обеспечивает простоту эксплуатации изобретения, нагревательный элемент закрывается теплоизоляционным материалом, для уменьшения отдачи тепла в окружающую среду и увеличения КПД системы.

Устройство устанавливается снаружи на гидроцилиндр (гидромотор, гидронасос и т.д.) и фиксируется с помощью застежек. На электровыходы подается напряжение от стационарной сети или от генератора самой машины, в зависимости от вида применяемого нагревательного кабеля. Происходит постепенный нагрев электроэлемента и передача теплоты корпусу гидроцилиндра. Теплоизоляционный материал препятствует выделению тепла в окружающую среду и, как следствие, увеличивает КПД теплопередачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Карнаухов, Н. Н.** Приспособление строительных машин к условиям российского севера и Сибири / Н. Н. Карнаухов. – М. : Недра, 1994. – 351 с. : ил.
2. **Каверзин, С. В.** Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах / С. В. Каверзин, В. П. Лебедев, Е. А. Сорокин. – Красноярск : 1998. – 240 с. : ил.