

Литература

1. GRUNDFOS ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ / ООО «Грундфос», 2006. – 132 с.
2. Карелин, В. Я. Насосы и насосные станции : учеб. для вузов / В. Я. Карелин, А. В. Минаев. – М. : Стройиздат, 1986. – 320 с. : ил.
3. Кабанов, В. И. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Лопастные машины и гидродинамические передачи : учеб. пособие для вузов / В. И. Кабанов. – Минск : Выш. шк., 1989. – 183 с.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДОГРЕВА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ**К. А. Медников***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Г. С. Кульгейко

Экономичная работа гидросистем транспортно-технологических машин возможна только при рациональном тепловом режиме. Современные машины не имеют системы терморегулирования масла в агрегатах гидросистемы. Ее отсутствие сказывается в основном при их эксплуатации в зимнее время.

Основными причинами, ухудшающими работоспособность и определяющими особенности функционирования агрегатов гидросистемы транспортно-технологических машин в холодное время года, являются следующие: отсутствие устройств терморегулирования масла в гидравлических системах современных мобильных машин, высокая вязкость рабочей жидкости в начальный период работы, определяющая ухудшение пусковых качеств гидронасосов, а также нарушение режима смазки узлов и механизмов, большая продолжительность прогрева рабочей жидкости до эксплуатационных температур, низкое значение установившегося теплового режима основных функциональных систем гидросистемы.

Как показало обобщение опыта, в условиях автотранспортного производства представляется возможным осуществить следующие способы улучшения работоспособности гидросистем: перед зимними работами подбирать для использования масла с улучшенными эксплуатационными свойствами, производить подогрев непосредственно перед началом работы и поддерживать рациональные температурные режимы непосредственно при эксплуатации [1].

Наилучшим решением вопроса необходимо было бы считать применение масел с пологой вязкостно-температурной характеристикой (масла на минеральной и синтетической основах) [2], [3].

Однако использование масел с улучшенными низкотемпературными свойствами эффективно в основном только в период пуска и в начале работы. На уровень установившегося теплового режима гидросистемы это не оказывает существенного влияния. Кроме того, объем производства указанных масел в нашей стране пока еще недостаточен, их применение ограничено высокой стоимостью, поэтому их разрабатывают, в основном, для районов Крайнего Севера и используют только в самых ответственных узлах трения. Улучшение работоспособности гидросистемы при эксплуатации поддержанием рациональных нагрузочного и скоростного режимов работы механизмов в сочетании с повышением коэффициента сменности и увеличением загрузки гидросистемы в течение рабочего дня является малоперспективным ввиду специфичности зимних видов работ. Стоянка машины в межсменное время в теплом гараже значительно снижает скорость охлаждения ее агрегатов и к началу смены температура масла в гидроагрегатах несколько выше температуры в помещении.

При этом обеспечивается легкий пуск техники в работу, значительно улучшаются условия труда водителей, операторов, повышается производительность. Но учитывая территориальную разобщенность автопарка и работу их в зимних условиях небольшими группами, отсутствие отапливаемых гаражей на большинстве предприятий и принимая во внимание, что не всегда экономически выгодно иметь утепленные гаражи во всех точках эксплуатации, до сих пор приходится считаться с наличием эксплуатации техники при безгаражном хранении. И если для разогрева двигателей в настоящее время разработано много различных способов (индивидуальные средства разогрева, групповой разогрев и т. д.), то гидросистемы транспортно-технологических машин чаще всего пускаются в работу без подогрева, что ведет к известным отрицательным последствиям.

Из немногих способов подогрева рабочей жидкости (РЖ) гидросистемы следует отметить следующие: горячим воздухом, теплом инфракрасных горелок, дросселированием, изменением площади теплообмена, электронагревательными элементами, отработавшими газами ДВС [3].

Температура РЖ влияет на потери энергии в гидросистеме машины. Чем меньше температура РЖ, тем больше ее вязкость, и тем больше потери на трение будут возникать при движении рабочей жидкости по трубопроводам и гидравлическим элементам гидросистем машины.

Повышение потерь на трение приводит к повышению потерь давления на преодоление внутренних сопротивлений. Потери давления могут быть настолько высоки, что насос не сможет обеспечить выдвигание цилиндра.

Разогрев горячим воздухом очень прост и доступен, а также эффективен. Имеется водовоздушный нагреватель (калорифер) (рис. 1), который получает горячую воду от местной котельной или теплоцентрали. Горячий воздух от калорифера с помощью воздухопроводов подается в гидробак или картер двигателя, КПП, заднему мосту и т. д. Температура 300–350 °С. Недостаток: необходимо приобретение дорогостоящего оборудования.

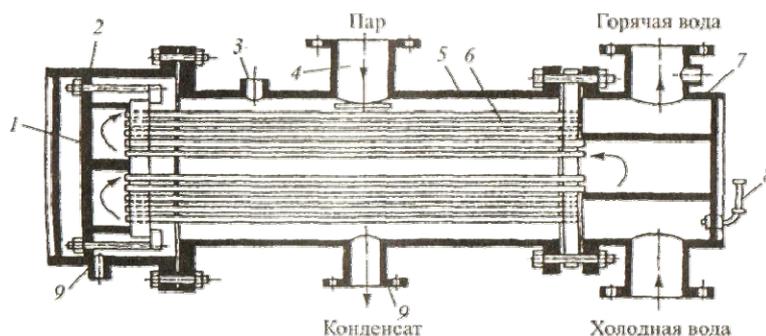


Рис. 1. Способ подогрева рабочей жидкости горячим воздухом

Разогрев теплом инфракрасных горелок происходит следующим образом. Инфракрасные горелки расположены на расстоянии 300–400 мм от бака и подогревают жидкость в баке. Недостатки: низкий КПД, затраты на приобретение газа пропана для горелок, ветер, который срывает пламя. Преимущество – мобильность.

Система подогрева жидкости дросселированием основана на том, что при прохождении РЖ через дроссель с перепадом давлений она нагревается за счет потери давления РЖ в процессе деформации жидкости и превращения механической энер-

гии в тепловую. Недостаток: многократная деформация жидкости в плохую сторону влияет на ее физико-химические свойства. Также происходит деструкция молекулярных цепочек, в результате уменьшается вязкость, ухудшаются смазывающие свойства, потемнение масла.

Известны системы разогрева рабочей жидкости за счет уменьшения вместимости гидробака и площади теплоотдачи, которые включают малый и большой баки, основной и дополнительный распределители, насос, термодатчик, гидродвигатель. Недостатком этих систем является то, что после достижения рациональной температуры в период работы на малом баке при подключении большого бака температура рабочей жидкости резко понижается и становится значительно ниже рациональной, так как масса холодного масла значительно больше массы горячего масла. Недостатки: сложные конструктивные изменения гидросистемы, сложная технология изготовления, увеличение габаритов, массы и, конечно же, стоимости машины.

Способ подогрева РЖ с помощью электронагревательных элементов (рис. 2) заключается в том, что на бак снаружи прикрепляются пластины, которые разогреваются до 190 °С, тем самым подогревая жидкость внутри него. Недостатком является время нагрева жидкости. Бак объемом в 600 л пластина нагреет за 2 ч, предполагая, что на улице –60 °С, а нам требуется нагреть масло до 60 °С, т. е. 1 град в мин.

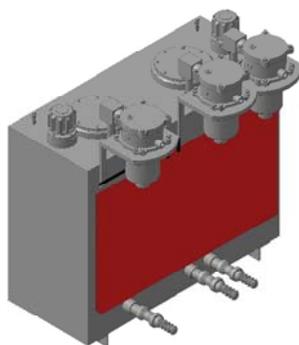


Рис. 2. Способ подогрева гидробака с помощью электронагревательных пластин

Рассмотрим тепловой расчет гидропривода с использованием электронагревательных панелей.

Так как невостробованная энергия жидкости преобразуется в тепло, то мощность, переходящую в тепло, можно определить по формуле

$$\Delta N = N_{\text{затр}} - N_{\text{пол}}^{\text{гд}}$$

Определяем затрачиваемую мощность по следующим формулам:

$$N_{\text{затр}} = N_{\text{H2}}; \quad N_{\text{затр.ср}}^{\text{H}} = 23500 \text{ Вт}; \quad N_{\text{пол.ср}}^{\text{гд}} = \sum_{n=1}^i 2\pi n M_{\text{кр}}$$

$$N_{\text{пол}}^{\text{гд}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{305}{60} \cdot 210 + 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{215}{60} \cdot 255 + 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{2505}{60} \cdot 170 = 16873,6 \text{ Вт.}$$

Тогда получаем $\Delta N = 23500 - 16873,6 = 6627 \text{ Вт.}$

Предполагаем, что теряемая мощность превращается в тепло $E_{\text{пр}} = N$.

Определим температуру масла в гидробаке:

$$t_{\text{м}} = \frac{E_{\text{пр}}}{K_{\text{пр}} a^3 \sqrt{W_{\text{м}}^2}} + t_{\text{в}},$$

где $t_{\text{в}} = -60 \dots 30$ °С – температура окружающей среды; $a = 0,065$ – коэффициент пропорциональности; $K_{\text{пр}} = 12$ (Вт/м² · °С) – коэффициент теплопередачи от масла к окружающему воздуху; $W_{\text{м}}$ – объем масла в баке.

$$W = (1-3)Q_{\text{н}} = (1-3)96 = 96-288 \text{ л. Принимаем } 600 \text{ л.}$$

$$t_{\text{м}} = \frac{6627}{12 \cdot 0,065 \cdot \sqrt{600^2}} - 60 = 59,432 \text{ °С};$$

$$t_{\text{м}} = \frac{6627}{12 \cdot 0,065 \cdot \sqrt{600^2}} + 30 = 149,432 \text{ °С};$$

$$t_{\text{м}} = 59 \dots 149 \text{ °С} > t_{\text{м}}^{\text{доп}} = -60 \dots 30 \text{ °С.}$$

Способ подогрева РЖ с помощью нагревательных элементов один из самых эффективных и недорогих.

Система разогрева РЖ отработавшими газами ДВС представлена на рис. 3. Подогрев масла осуществляется с помощью отбора выхлопных газов автошасси к поддону бака гидросистемы. Для отвода отработавших газов двигателя за пределы рабочей зоны агрегата применена труба высотой 3 м над уровнем рамы. Не нашла широкого распространения из-за того, что масло гидросистемы претерпевает значительные локальные перегревы в режиме его разогрева, так как температура отработавших газов при выпуске их из двигателя в несколько раз превышает рациональную температуру рабочей жидкости. Под воздействием высокой температуры ускоряется интенсивность процесса окисления и окислительной полимеризации – это является основным фактором старения масла, при котором выделяются и выпадают в осадок органические кислоты и асфальтосмолистые вещества, которые засоряют маслопроводы и каналы.

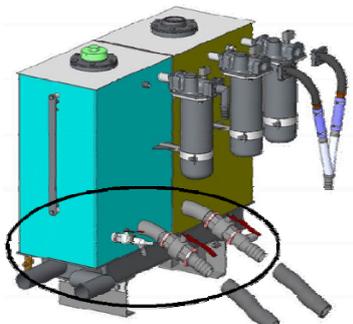


Рис. 3. Гидравлический бак с системой разогрева РЖ отработавшими газами ДВС

Подводя итоги, можно отметить, что идеальных способов подогрева жидкости в настоящее время нет, но существуют приближенные к идеальным. В дипломном проекте выбран подогрев с помощью электронагревательных пластин, так как температуру жидкости в баке можно регулировать дистанционно с помощью термостата, жидкость в баке никогда не сможет перегреться, компоненты просты и дешевы.

Литература

1. Рылякин, Е. Г. Обеспечение эффективной функциональности гидропривода мобильных машин / Е. Г. Рылякин, В. И. Костина // Молодой ученый. – 2015. – № 6. – С. 200–202. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/86/16201/>. – Дата доступа: 22.12.2019.
2. Обеспечение работы мобильных машин в условиях отрицательных температур / Ю. А. Захаров [и др.] // Молодой ученый. – 2014. – № 17. – С. 56–58.
3. Каверзин, С. В. Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах : моногр. / С. В. Каверзин, В. П. Лебедев, Е. А. Сорокин. – Красноярск, 1997. – 240 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ДЕЗАКСИАЛА АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВОГО НАСОСА ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ ПОДАЧИ

Д. Д. Дасько, В. М. Сковпин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. А. Андреевец

Неравномерность подачи представляет собой пульсации потока жидкости, которые сказываются на поведении системы в переходных режимах работы, возбуждая колебания давления жидкости, которые в свою очередь могут привести к усталостному разрушению и деформации вспомогательных элементов. По оценкам экспертов, причинами разрыва трубопроводов примерно в 60 % случаев являются гидроудары, перепады давления и вибрации, вызванные пульсациями давления [1].

Целью данной работы является определение наиболее рационального дезаксиала аксиально-поршневых насосов с наклонным блоком и с наклонным диском для выравнивания подачи.

Для выравнивания подачи используют различные конструктивные решения. В частности, применяют метод размещения цилиндров в блоке, а головок шатунов – в диске на разных радиусах (дезаксиал насоса) [2].

В аксиально-поршневых насосах с наклонным блоком цилиндров (диском), в которых выдержано равенство диаметров окружности на торце блока цилиндров, на которой размещены оси цилиндров, и окружности, на которой размещены центры шарниров поршневых штоков в приводном диске $D_6 = D_d$, при вращении ротора при условии $\gamma \neq 0$ штоки поршней будут перемещаться в пространстве не параллельно оси блока, а осуществлять колебательные движения. Это явление, которое отражается на кинематике движения поршней, обусловлено тем, что проекция окружности диаметром D_d , на которой размещены центры шарниров поршневых штоков в приводном диске, на плоскость, перпендикулярную оси блока цилиндров, представляет собой эллипс.