УДК 621.878.6

А. М. Щемелев, канд. техн. наук, проф.; А. Е. Науменко; И. Ю. Хадкевич
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

ПРЕДПУСКОВОЙ ПОДОГРЕВ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

В статье приведены конструктивные схемы существующих способов подогрева рабочей жидкости гидросистемы строительно-дорожных машин. Рассмотрены преимущества и недостатки приведенных способов подогрева. Обозначены критерии выбора того или иного способа подогрева. Предложен метод выбора оптимальной температуры рабочей жидкости с точки зрения минимизации потерь энергии в гидросистеме.

При запуске двигателя машины температура рабочей жидкости равна температуре окружающего воздуха. Для нормального функционирования гидросистемы температуру рабочей жидкости необходимо довести до 50–60 ºС. По данным Каверзина С.В. [1] время нагрева рабочей жидкости достигает двух часов. Проведенные замеры температуры рабочей жидкости в гидросистеме одноковшового фронтального погрузчика Амкодор 322 (ТО-18Б) показали, что температура рабочей жидкости за 50 минут его работы повысилась на 15 ºС от 20 ºС (температура окружающей среды) до 35 ºС (рис. 1).

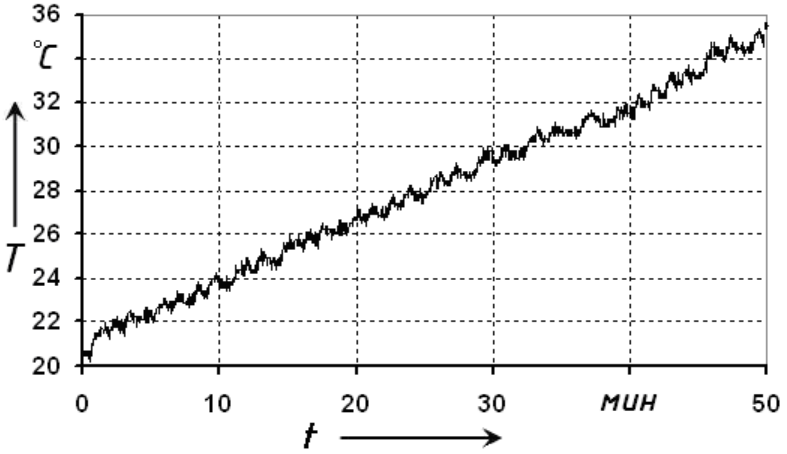

Рис. 1. Зависимость температуры рабочей жидкости в гидробаке погрузчика Амкодор 322 (ТО-18Б) от времени работы машины

Работа машины с низкой температурой рабочей жидкости из-за увеличения потерь на трение вызывает сокращение времени цикла машины, а значит и уменьшение ее производительности. Возможно и появление кавитации, что приводит к повреждению гидрооборудования.

В настоящее время известно из публикаций и патентных материалов следующие способы подогрева рабочей жидкости:

– подогрев способом дросселирования;

– подогрев электрическим ТЭНом;

– подогрев при помощи выхлопных газов ДВС;

– подогрев при помощи охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания;

– использование для подогрева вихревого метода.

Наиболее часто употребляемым является метод дросселирования. Обычно он заключается в том, что оператор изменяет площадь проходного сечения между золотником и корпусом распределителя.

Способ простой, но он не лишен недостатков. При дросселировании жидкости в распределителе на выходе жидкости из насоса поднимается давление и часть жидкости идет через предохранительный клапан насоса на слив. При этом теряемая мощность определяется как произведение давления предохранительного клапана на расход рабочей жидкости через него. Во время дросселирования рабочей жидкости, оператор осуществляет этот процесс вручную.

В гидросистему (рис. 2) устанавливается двухпозиционный распределитель с ручным управлением или с электромагнитным, управляемый от температурного датчика релейного типа, устанавливаемого в гидробаке гидросистемы.

Использование схемы, представленной на рис. 2, освобождает оператора от ручного дросселирования, но приводит к повышенному расходу энергии.

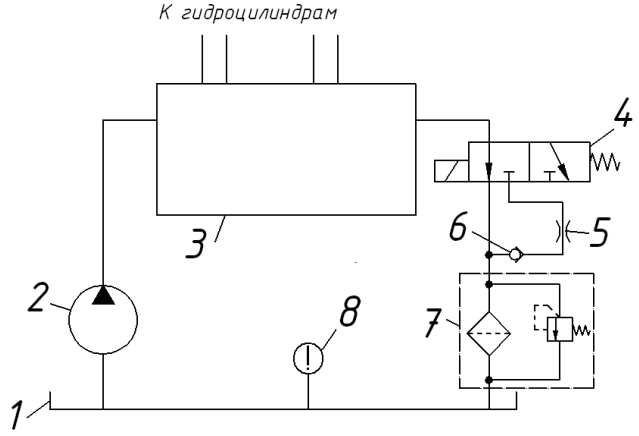

Рис. 2. Устройство подогрева рабочей жидкости гидросистемы с помощью дросселирования: 1 – гидробак; 2 – гидронасос; 3 – основной гидрораспределитель машины; 4 – гидрораспределитель устройства подогрева; 5 – дроссель; 6 – клапан обратный; 7 – фильтр; 8 – датчик температуры

Достаточно часто применяют подогрев рабочей жидкости электрическим ТЭНом [2]. Он достаточно эффективен, но имеет несколько крупных недостатков. Подогревательный элемент имеет достаточно высокую температуру в зоне контакта рабочей жидкости с подогревающим элементом.

Учитывая, что температура воспламенения равна 140 ℃, то в зоне контакта с термоэлементом необходимо осуществлять циркуляцию рабочей жидкости. Кроме этого, применение электрического подогрева, требует установки на машину достаточно мощного электрогенератора.

Подогрев рабочей жидкости при помощи выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания дешевый метод, так как не требует дополнительных затрат энергии. Забор выхлопных газов осуществляется от коллектора двигателя машины и далее направляется на теплообменник (рис. 3).

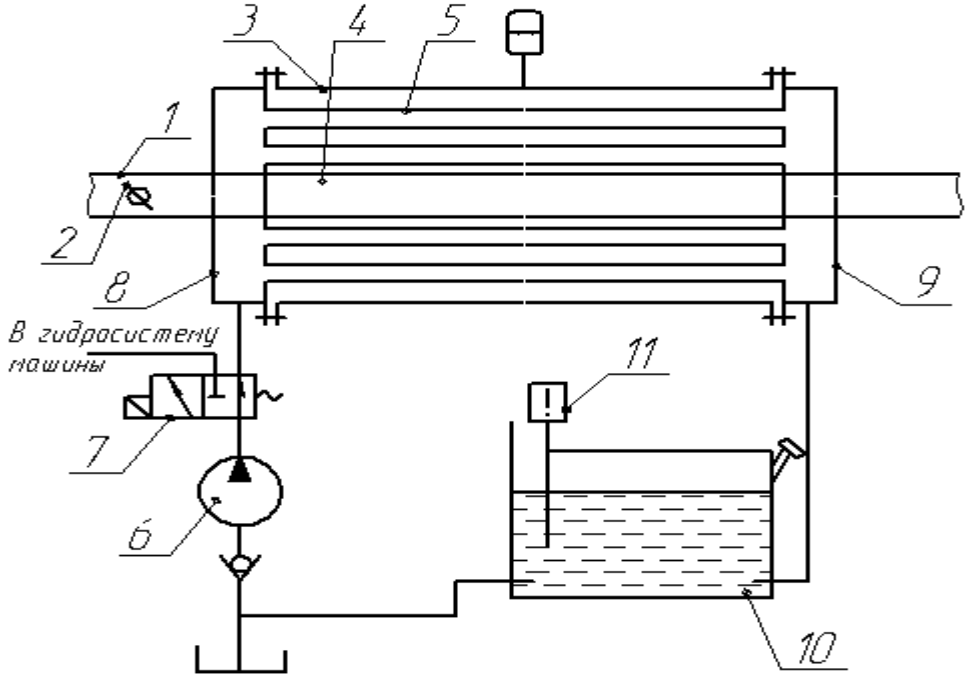

Рис. 3. Устройство подогрева рабочей жидкости гидросистемы выхлопными газами ДВС 1,5 – трубопровод; 2 – заслонка перекрытия; 3 – теплообменник; 4 – металлическая емкость; 5 – гидронасос; 6 – насоса; 7 – двухпозиционный распределитель; 8 приемным патрубком; 9 – выходной патрубок; 10 – гидробак; 11 – тепловое реле

Недостатком такой системы является необходимость изменения конструкции гидробака, что затрудняет его обслуживание в процессе эксплуатации. Из-за высокой температуры выхлопных газов данный способ подогрева требует наличия внешнего теплообменника, так как при его отсутствии у поверхности раздела сред происходит нагрев рабочей жидкости гидросистемы до температур выше 140 ºС. При высокой температуре рабочей жидкости, она ускоренно окисляется. Кроме этого периодически необходимо производить периодическую очистку трубопроводов и теплообменника, через который проходят выхлопные газы.

Подогрев рабочей жидкости может проводиться при помощи охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания (рис. 4).

Недостатком такой системы является необходимость первоначального нагрева охлаждающей жидкости ДВС, а только потом рабочей жидкости гидросистемы.

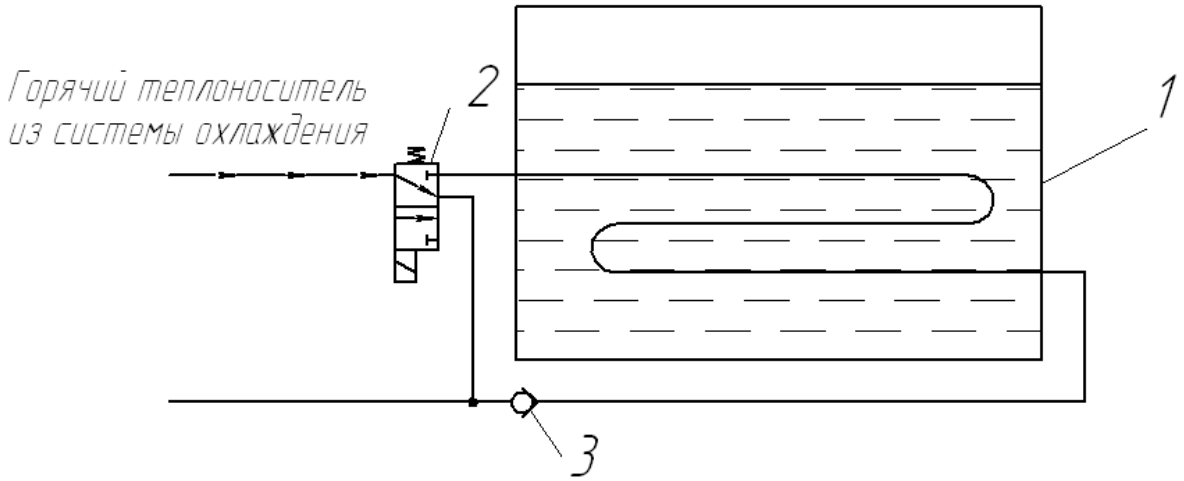

Рис. 4. Устройство подогрева рабочей жидкости гидросистемы охлаждающей жидкостью ДВС: 1 – гидробак машины; 2 – гидрораспределитель; 3 – обратный клапан

Достаточно перспективным является способ подогрева рабочей жидкости, основанный на вихревом эффекте. Вихревой эффект открыл Винтури (труба Винтури) и затем использовал Ю. С. Потапов для отопления помещений. Система подогрева имеет очень высокий КПД. Тепловые генераторы Ю. С. Потапова эффективно используются в системах отопления зданий различных стран. Опыты показывают, что они эффективны при применении в гидросистемах машин.

Все рассмотренные способы подогрева рабочей жидкости являются применимыми на строительно-дорожных машинах. Выбор способа подогрева должен базироваться на принципе сокращения времени подогрева и минимизации затрат энергии на подогрев.

Например, анализ возможности использования различных способов подогрева рабочей жидкости для одноковшового фронтального погрузчика МоАЗ-4048 показал, что для него наиболее быстрыми способами подогрева являются: подогрев способом дросселирования и подогрев выхлопными газами ДВС (время подогрева рабочей жидкости до температуры 60 ºС составляет около 16-22 минут при использовании дроссельного подогрева и около 13-17 минут при использовании подогрева выхлопными газами ДВС). Наименее энергоёмкими являются способы подогрев выхлопными газами ДВС и охлаждающей жидкостью ДВС.

Одновременно с необходимостью подогрева рабочей жидкости в начале смены существует проблема снижения температуры рабочей жидкости ниже рекомендуемой изготовителем машины 50-60 ºС. Это связано с тем, что в процессе эксплуатации машины происходит износ отдельных гидравлических элементов. Их износ приводит к увеличению объемных перетечек рабочей жидкости из напорных полостей в сливные полости гидроаппаратов и снижению их объемного КПД.

На рис. 5 представлены данные по потерям мощности в гидросистеме одноковшового фронтального погрузчика МоАЗ –4048 в зависимости от

температуры рабочей жидкости (при использовании в качестве рабочей жидкости масла МГ-15В).

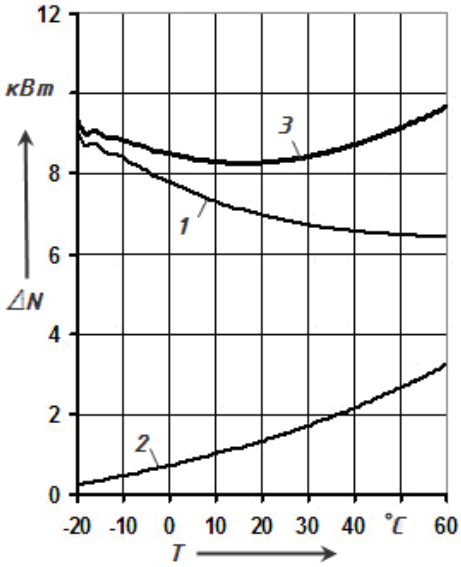

Рис. 5. Потери мощности в гидросистеме одноковшового фронтального погрузчика МоАЗ-4048 при использовании в качестве рабочей жидкости гидравлического масла МГ-15В: 1 – среднецикловые потери мощности на преодоление внутренних сопротивлений; 2 – среднецикловые потери мощности за счёт перетечек рабочей жидкости; 3 – суммарные среднецикловые потери мощности в гидросистеме

Кривая 1 описывает потери мощности на преодоление внутренних сопротивлений гидросистемы, кривая 2 – потери мощности за счёт объемных потерь рабочей жидкости. Просуммировав обе кривые, получим кривую 3 суммарных потерь мощности в зависимости от вязкости жидкости. Она имеет четко выраженный экстремум, который по мере износа гидросистемы имеет смещение в сторону увеличения вязкости жидкости. Используя кривую зависимости вязкости от температуры, можно выбрать оптимальную, с точки зрения энергопотерь, температуру рабочей жидкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Каверзин, С. В.** Работоспособность гидравлического привода самоходных машин при низких температурах / С. В. Каверзин. – Красноярск : Красноярский университет, 1986. – 143 с.

2. **Щемелев**, А. М. Энергосберегающие устройства машин / А. М. Щемелёв. – Могилев : ММИ, 1991. – 42 с.