

Алгоритм вычислений можно записать следующим образом:

$$L = \int_0^t M_T |(\omega_g - \omega_k)| dt, \quad \Delta = \frac{\sum_{p=1}^n L_p}{L_0} \cdot 100,$$

где  $L$  – текущие значения работ трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты;  $\omega_g$  и  $\omega_k$  – угловые скорости ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач соответственно;  $t$  – время трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты;  $M_T$  – крутящий момент двигателя внутреннего сгорания;  $\Delta$  – степень износа фрикционных дисков гидроподжимной муфты;  $p = 1, 2 \dots n$  – количество включений и выключений муфты;  $L_0$  – значение работы трения, соответствующее предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимной муфты (определяется экспериментально).

### **Заключение**

Предложенный метод бортового диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач позволит оперативно, в любой момент времени эксплуатации колесной или гусеничной машины определять остаточный ресурс фрикционных дисков каждой гидроподжимной муфты, а также прогнозировать время их замены.

### **Литература**

1. Сцепления транспортных и тяговых машин/ И.Б. Барский и др. – М: Машиностроение, 1989. - 320с.

**УДК 621.43**

## **ТЕРМОСТАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ**

**В.Е. Тарасенко, к.т.н., доцент, А.И. Якубович, д.т.н., доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

### **Введение**

Температурный режим двигателя может обеспечиваться за счет изменения расхода жидкости через радиатор. На двигателях расход жидкости регулируется с помощью клапана или дросселирующей заслонки, управляемых термо-

статическим элементом. Такое устройство названо термостатом. Термостаты могут содержать один или два клапана и устанавливаться в канале циркуляции жидкости из головки блока двигателя к радиатору. Термостаты регулируют циркуляцию жидкости системы охлаждения и в закрытом положении клапана прекращают ее движение к радиатору. Радиатор прекращает рассеивать теплоту, теплота от цилиндров распределяется в массе двигателя, повышая его тепловое состояние, температурный режим системы охлаждения повышается.

### Основная часть

Одноклапанные термостаты прекращают общую циркуляцию жидкости в системе охлаждения, в этом случае в головке двигателя будут образовываться застойные зоны с повышенным локальным тепловым состоянием, что будет способствовать местному перегреву отдельных зон двигателя. Для исключения этого явления термостаты выполняются двухклапанными [1]. При закрытии основного клапана термостата, регулирующего поток жидкости через радиатор, открывается вспомогательный или перепускной клапан и поток жидкости, минуя радиатор, направляется на всасывание к водяному насосу. Таким образом, осуществляется постоянная циркуляция жидкости в системе охлаждения. Охлаждающая жидкость, нагреваясь и циркулируя в каналах рубашки охлаждения, обеспечивает равномерное распределение теплоты по массе двигателя.

Недостатком термостатического регулирования является отсутствие управляемости потоком жидкости через радиатор. Начало открытия основного клапана при температуре жидкости 73–78 °С, поток жидкости циркулирует через перепускной клапан и через основной. При полном открытии основного клапана при температуре 85–90 °С перепускной клапан закрывается и поток жидкости циркулирует только через радиатор. Расход жидкости через радиатор зависит от положения клапанов, что определяется свойствами наполнителя в термостате. Инерционность открытия и закрытия клапанов, отсутствие возможности управления термочувствительным элементом не позволяют оказывать при необходимости влияние на циркуляцию жидкости через радиатор и, соответственно, на тепловое состояние двигателя.

Термостатическое регулирование применяется только на отдельных режимах работы двигателя, а, именно, при запуске после продолжительной остановки и при низких температурах окружающей среды. Термостатическое регулирование расхода жидкости через радиатор в системе охлаждения предотвращает переохлаждение двигателя и ускоряет прогрев его после запуска. В закрытом положении основного клапана термостата радиатор не рассеивает теплоту в окружающую среду.

После начала открытия основного клапана термостата температура рабочей жидкости продолжает повышаться, так как расход жидкости через радиатор ограничен и количество отводимой теплоты от радиатора меньше количества теплоты, поступающей в жидкость от цилиндров. При достижении рабочей температуры охлаждающей жидкости основной клапан полностью открывается и теплоотдача от стенок цилиндров равна отводимой жидкостью теплоте, температурный режим становится стационарным.

Поступление жидкости к радиатору при закрытом клапане практически отсутствует, могут иметь место незначительные утечки. С увеличением температуры жидкости клапан приоткрывается, циркуляция жидкости через радиатор увеличивается и при достижении температуры 85–90 °С поток жидкости через радиатор достигает своего наибольшего значения.

На рисунке 1 приведена экспериментальная графическая зависимость расхода жидкости через радиатор трактора «БЕЛАРУС-80.1» от температуры ее на выходе из головки блока с различными термостатами. Из графиков следует, что с термостатом с твердым наполнителем Т-109 после запуска дизеля, температуре жидкости 15–17 °С расход жидкости через радиатор составил 17–27 л/мин. При повышении температуры до 90 °С расход жидкости интенсивно увеличивается и составляет 96 л/мин. Максимальный расход жидкости с термостатом ТС-109 обеспечивается при температуре жидкости 102 °С и термостатом ТС-6А - при температуре 96 °С. С термостатом с жидким наполнителем ТС6-А в процессе прогрева дизеля до температуры 70 °С расход жидкости через радиатор практически отсутствует (утечки около 2 л/мин). С увеличением температуры до 89 °С расход жидкости увеличился до 43 л/мин и при температуре жидкости 95 °С расход увеличивается и составляет 101 л/мин.

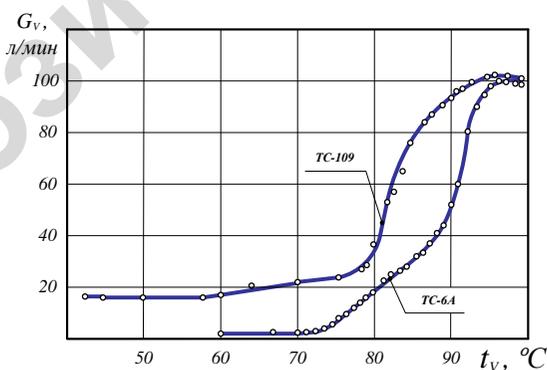


Рис. 1 – Расход охлаждающей жидкости через радиатор в зависимости от температуры жидкости и комплектации дизеля Д-243 термостатами ТС-109 и ТС-6А

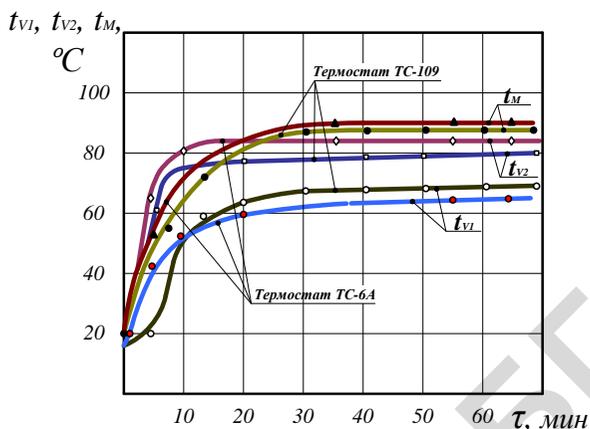


Рис. 2 – Температуры теплоносителей системы охлаждения в зависимости от продолжительности работы и комплектации термостатом дизеля трактора «БЕЛАРУС-80.1»

Эффективность термостата оценивается продолжительностью или временем прогрева двигателя до рабочей температуры. Полученные экспериментальные зависимости прогрева дизеля Д-243 от продолжительности работы (рисунок 2) показывают, что с термостатом ТС-109 температура жидкости при номинальной нагрузке стабилизируется через 22 мин., а с термостатом ТС-6А – через 12 минут.

### Заключение

Исследования всех режимов нагрузки дизеля от холостого хода и различных температурах окружающей среды показали, что продолжительность прогрева дизеля Д-243 до стабилизации температуры жидкости в системе охлаждения с термостатом ТС-109 в 1,33–2,0 раза больше в сравнении с термостатом ТС-6А, температурный режим жидкости с термостатом ТС-109 на 4–11 ° ниже. Это является следствием того, что основной клапан не обеспечивает полное перекрытие циркуляции жидкости через радиатор. Под воздействием потока жидкости независимо от ее температуры основной клапан приоткрывается на 1,8–2,0 мм, пропуская через радиатор 16–20 л/мин жидкости.

### Литература

1. Якубович, А.И. Системы охлаждения двигателей тракторов и автомобилей. Конструкция, теория, проектирование: Монография / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск: БНТУ, 2011. – 435 с.