

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ, ВЫДЕЛЯЕМОЙ ПРИ ОБКАТКЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Н.И. БОХАН¹, И.С. КРУК¹, А.В. КОСТЮЧЕНКО¹, И.Г. ЛЕБЕДЕНКО², Г.С. ДМИТРИЧЕНКО³

¹Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь

²Таврическая сельскохозяйственная академия, Харьков, Украина

³Институт повышения квалификации и переподготовки кадров МЧС Республики Беларусь, Светлая Поляна, Республика Беларусь

Предложена энергосберегающая технология подогрева моющего раствора за счет использования тепла от обкаточно-тормозных стэндов. Разработаны схема нагрева рабочего раствора и конструкция моечной машины для ее реализации.

Energy saving up technology of heating of a washing solution due to use of heat from test beds is offered. The scheme of heating of a working solution and a design of the washing machine are developed for its realization.

Введение

Общее количество выделяемого при работе двигателя тепла зависит от типа двигателя, т.е. от количества потребляемого топлива.

При этом часть теплоты превращается в полезную работу, а часть затрачивается на различные потери в действительном цикле двигателя. Так, теплота передается газами через стенки цилиндра, через стенки выпускного канала в головке – при выпуске, теплота, выделяемая за счет трения поршней и переданная через стенку цилиндра, переходит в охлаждающую среду и уходит с выхлопными газами.

Доля теплоты, превращенной в эффективную, составляет 32–37 %, потери в охлаждающую среду – 18–20 %, с отработанными газами – 37–30 %.

Непроизводительные потери тепла могут быть уменьшены при условии их утилизации для нужд производства.

Одним из вариантов использования тепла, которое отдает двигатель при испытаниях и обкатке в систему охлаждения, и того, что теряется с выхлопными газами, может быть использование этого тепла для подогрева моющего раствора, используемого в моечных машинах. На мотороремонтных предприятиях двигатели обкатывают на электротормозных стэндах конструкции ГОСНИТИ с жидкостными регулировочными реостатами в цепи ротора асинхронной электрической машины. Значительные потери энергии происходят в регулировочных реостатах, которые охлаждаются жидкостью. Использование тепла от обкаточных стэндов на производственные нужды даст дополнительный экономический эффект. Известны системы использования тепла при обкатке двигателей (США, г. Детройт) на отопление производственных цехов. Нами разработана система, оборудование и энергоресурсосберегающая технология подогрева моющего раствора за счет использования тепла от обкаточно-тормозных стэндов. Теоретически и экспериментально определено количество энергии, выделяемой в жидкостных реостатах, на базе которой разработана экспериментальная моечная установка для предварительного подогрева моющего раствора до температуры 45–50 °С.

Основная часть

На моторостроительных и мотороремонтных предприятиях для двигателей применяют комбинированную тройную обкатку: холодную, горячую холостую и горячую под нагрузкой. При холодной обкатке прокрутка неработающего двигателя производится от постороннего привода. При горячей холостой обкатке двигатель по-

требляет топливо и работает на холостом ходу. При этом электрическая машина электростэнда отключается от питающей сети. При горячей обкатке под нагрузкой двигатель работает на нагрузку. В качестве нагрузки в большинстве случаев используется та же электрическая машина, которая на этой стадии обкатки работает как генератор. После обкатки двигатель на этом же стэнде подвергается испытанию с целью выявления правильности его работы и получения основных технико-экономических показателей. Испытания двигателя производят при работе электрической машины стэнда в тормозном режиме.

Количество тепла, выделяемого при обкатке двигателей, будет определяться суммой тепла, выделяемого на ступенях холодной и горячей обкатки:

$$Q(t) = \sum_{i=1}^n Q_j(t) \quad (1)$$

где n – количество ступеней обкатки.

Количество тепла, выделяемого на одной ступени,

$$Q_j(t) = W_i \cdot t, \quad (2)$$

где t – время обкатки на данной ступени;

W_i – мощность, расходуемая на нагрев.

На рис. 1 приведены данные по количеству выделяемой энергии на реостатах в кВт. Очевидно, что подогрев моющего раствора за счет этой энергии целесообразен.

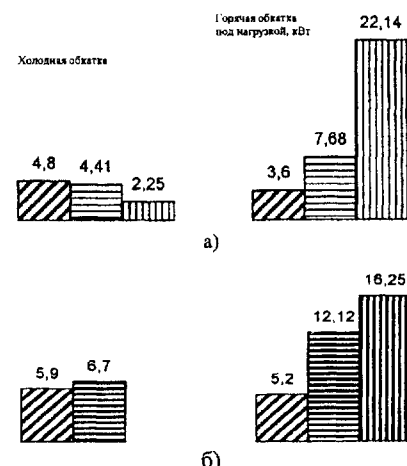


Рис. 1. Количество выделяемой энергии на реостатах: а) – двигатель Д-240; б) – двигатель CMD 14-H

Исследованы возможные способы подогрева моющего раствора. Наиболее простым способом является способ непосредственного нагрева, при котором нагрузочные реостаты погружаются прямо в моющий раствор (рис. 2).

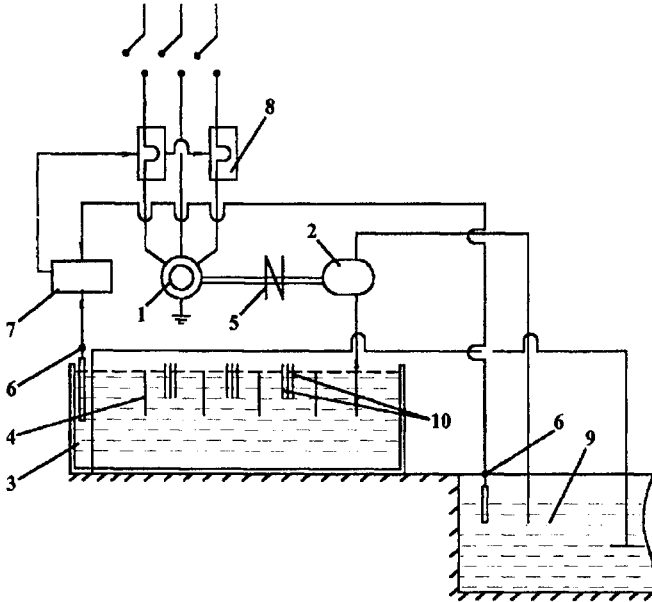


Рис. 2. Комбинированная схема установки: 1 – электродвигатель, 2 – насос, 3 – бак, 4 – перегородки, 5 – муфта, 6 – прибор для измерения температуры, 7 – переключатель, 8 – магнитный пускатель, 9 – моечная ванна, 10 – пластины реостатов

По этой схеме насос (2) перекачивает моющий раствор из общего бака (3) в моечную ванну (9) при повышении температуры в баке (3) относительно температуры раствора в моечной ванне. Такая работа установки может осуществляться с использованием датчиков температуры (6) и регулятора (7). Преимущество такой схемы заключается в том, что идет непосредственный нагрев моющего раствора. Однако при такой схеме в бак с реостатами попадают различные загрязнения и масла, что приводит к изменению концентрации моющего раствора. Кроме этого появляется возможность гальванической связи через раствор, который является электролитом, между электродами различных обкаточных стандов, что может нарушить режим работы стандов. Исходя из этих предпосылок, были проведены исследования возможности использования общей ванны для нагрузочных реостатов обкаточных стандов. Исследования показали, что при изменении глубины погружения пары электродов, что аналогично изменению режима обкатки, процесс сопровождается изменением тока первой пары, а режим электродов второй пары практически не изменяется. Из опытных данных установлено, что изменение режима обкатки одного из стандов не приводит к изменению режима других. Следовательно, нагрузочные реостаты различных стандов можно погружать в общую ванну. Учитывая то обстоятельство, что концентрация электролита (моющего раствора) должна находиться в заданных пределах, но в процессе эксплуатации за счет подкрепления и истощения растворов увеличивается коррозия пластин реостатов, что вызывает сокращение их срока службы, была разработана вторая схема подогрева, в которой нагрев моющего раствора осуществляется через змеевики (рис. 3).

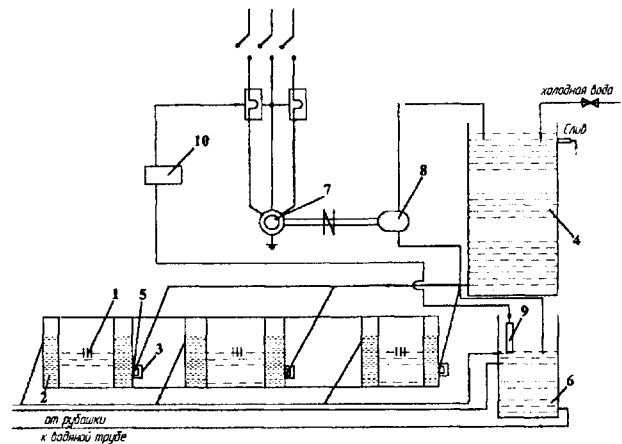


Рис. 3. Схема нагрева моющего раствора: 1 – нагрузочные реостаты, 2 – рубашка охлаждения, 3 – регулятор температуры, 4 – бак, 5 – вентиль, 6 – аккумулятор тепла, 7 – электродвигатель, 8 – насос, 9 – датчик уровня, 10 – регулятор

Тепло, выделяемое на нагрузочных реостатах (1), нагревает воду в рубашке охлаждения (2). При достижении в рубашке заданной температуры срабатывает регулятор температуры прямого действия (3), и вода из бака (4) через открытый вентиль (5) самотеком поступает в рубашку. Избыток воды переливается также самотеком в аккумулятор тепла (6). Учитывая, что не используется тепло от нагрева воды в рубашке охлаждения двигателя, можно осуществить его циркуляцию через аккумулятор тепла (6) и рубашку жидкостных растворов. Избыток воды из емкости (6) перекачивается насосом (8) в емкость (4). Отключение и включение насоса (8) осуществляется при достижении датчика верхнего и нижнего уровня (9) посредством регулятора (10).

Для подогрева моющего раствора за счет тепла обкаточного станда разработана экспериментальная моечная машина (рис. 4), которая состоит из ванны (1) для подогрева раствора и аккумулятора тепла (6). При понижении температуры в ванне (1) относительно температуры раствора в аккумуляторе (6) сверх заданной разности (Δt °C), которая определяется датчиком температуры (3), регулятор температуры (4) включает магнитный пускатель NS электродвигателя М. В результате этого насосом (5) горячая вода перекачивается через теплообменник (змеевик) моечной установки (1) до тех пор, пока разность температур не станет меньше заданной. Следовательно, насос будет включаться только тогда, когда температура воды в моечной ванне будет ниже, чем в аккумуляторе, на величину Δt °C.

В результате экспериментальных исследований установлено, что полученное в аккумуляторе тепло эффективно может использоваться для подогрева моющего раствора из-за разности температур воды в ванне (22–24 °C) и температуры в аккумуляторе (55–60 °C) при продолжительности подогрева 25–30 минут.

В процессе обкатывания ДВС на обкаточно-тормозных стандах в жидкостных реостатах выделяется от 7,5 до 15,6 кВт·ч энергии при обкатке одного двигателя (рис. 1).

Экономическая эффективность Эф руб./год может быть представлена как разность

$$\text{Эф} = \Delta \text{Ит} - \Delta \text{Иэ} - \sum \Delta \text{Ки} - \text{Ен} - \Delta \text{Аи} - \Delta \text{Ри} - \Delta \text{ди} \quad (3)$$

где $\Delta \text{Ит}$ – экономия затрат на тепловую энергию руб./год;

$\Delta \text{Иэ}$ – дополнительные затраты на электроэнергию руб./год;

$\Delta \text{Ки}$ – составляющие дополнительных капитальных затрат, руб.;

Ен – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений 1/год ($\text{Ен} = 0,12$);

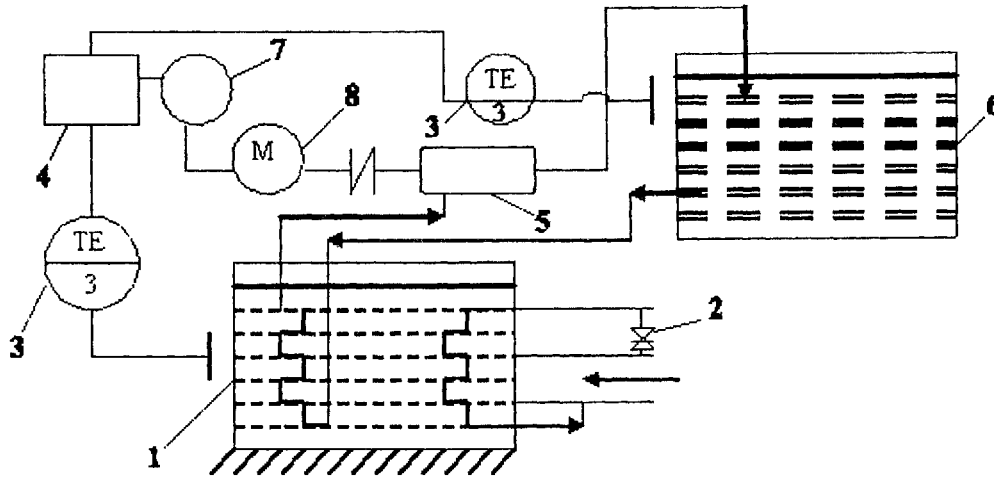


Рис. 4. Конструкция экспериментальной моечной машины

ΔA_i , ΔP_i , Δd_i – дополнительные затраты на реновацию, текущий, капитальный ремонт и техническое обслуживание, руб./год.

С учетом годового расхода тепла, дополнительных затрат на электроэнергию, монтаж и наладку теплоутилизатора, экономический эффект от внедрения системы определяем по формуле:

$$\text{Эф} = \Delta I_T - \Delta I_Э - \sum \Delta K_i (E_n + \alpha) \quad (4)$$

Срок окупаемости внедрения теплоутилизатора составит:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\sum \Delta K_i}{\Delta I_T - \Delta I_Э - \sum \Delta K_i \alpha} = 5,25 \text{ года,}$$

что значительно меньше нормативного срока окупаемости, равного 8,33 года.

Заключение

В статье предложена энергосберегающая технология подогрева моющего раствора за счет использования тепла от обкаточно-тормозных стенов и разработаны схема нагрева рабочего раствора и конструкция моечной машины. Срок окупаемости внедрения данной машины за счет экономии электроэнергии составит 5,25 года, что меньше нормативного срока окупаемости, равного 8,33 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трубилов, А.К. Оценка качества ремонта автотракторных дизелей по динамике диагностических параметров в период приработки / А.К. Трубилов // Агропанорама. – 1999. – № 3. – С. 6–9.
2. Кольченко, В.И. Исследование механических потерь тракторных дизелей / В.И. Кольченко // Исследование и испытание тракторов, их узлов и агрегатов: Труды НПО НАТИ. – М., 1986. – С. 48–59.
3. Батхан, Л.З. Влияние температуры и вязкости масла на механические потери в дизеле Д-240 / Л.З. Батхан [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1986. – Вып. 29. – С. 117–122.