

5. Туринський, В. М. Обґрунтування і розробка системи технологічних рішень та способів виробництва продукції вівчарства: дис. ... доктора с.-г. наук: 06.02.04 / Туринський Василь Михайлович. – Асканія-Нова, 2005. – 416 с.

6. Комплект малогабаритного обладнання для випуску пряжи // АО «Костромское СКБТМ». – Кострома, 1993. – 9 с.

7. Протокол державних приймальних випробувань № 3-49-99 (1220199). Тріпальна машина для вовни 2БТМ-470. Південно - Українська державна зональна машиновипробувна станція. – Херсон, 1999. – 20 с.

УДК 621.431.7

ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОСТЬ ДИЗЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

В.Е. Тарасенко, к.т.н., доцент,

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

Представлены результаты аналитического исследования распределения тепловых потоков в жидкостных системах охлаждения, а также экспериментальные данные составляющих теплового баланса дизелей тракторов «БЕЛАРУС», позволившие в совокупности определить характер тепловыделения на режиме номинальной мощности, провести оценку тепловой нагруженности по удельным показателям.

Введение

В соответствии с функциональным назначением - отводить теплоту, система охлаждения подвержена тепловой нагрузке. Под *тепловой нагрузкой* будем понимать количество теплоты, поступающее в охлаждающую жидкость от стенок цилиндров и других деталей двигателя при сгорании топлива. Тепловая нагрузка в системе охлаждения создается тепловыми потоками от двигателя. Схема тепловых потоков в системе охлаждения представлена на рисунке 1.

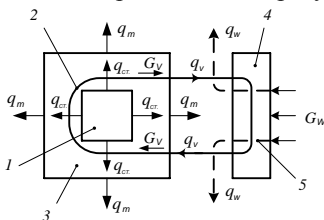


Рисунок 1 – Схема тепловых потоков в жидкостной системе охлаждения:
1 – источник теплоты (стенки цилиндров); 2 – жидкостный контур; 3 – блок двигателя; 4 – радиатор (охладитель); 5 – воздушный контур

В охлаждающую жидкость в рубашке охлаждения теплота поступает от стенок цилиндров и вследствие конвекции распространяется по всему потоку жидкости. К радиатору теплота переносится потоком жидкости и теплопроводностью материала трубок и пластин переносится к наружным поверхностям этих элементов и конвекцией рассеивается с потоком воздуха в окружающей среде. Тепловые потоки в системе охлаждения могут быть попутными, встречными или перекрещивающимися в зависимости от направленности движения теплоносителей. Результирующим направлением нескольких тепловых потоков будет определяться направленность теплового потока большей тепловой напряженности.

Основная часть

Тепловая нагрузка системы охлаждения состоит (рисунок 2) из трех стадий нагрева жидкости: до температуры окружающей среды от начала отсчета – $Q_{окр}$, до температуры жидкости на входе в рубашку охлаждения – $Q_{прог}$ и до рабочей температуры жидкости на выходе из рубашки охлаждения – Q_V .

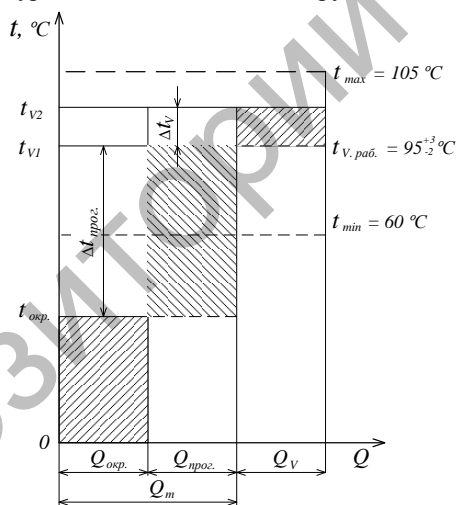


Рисунок 2 – Диаграмма тепловой нагрузки системы жидкостного охлаждения

Следует считать, что в охлаждающую жидкость часть теплоты поступает и от отработавших газов, температура которых значительно превышает температуру охлаждающей жидкости, через выпускной тракт и другие детали двигателя, и от смазочного масла. Источником теплоты также является и трение элементов двигателя (поршни, вкладыши, подшипники), на преодо-

ление которого используется энергия введенного в цилиндры топлива. Составляющая теплоты от трения отдельно не рассматривается и при исследованиях не выделяется, она входит в составляющие теплоты систем охлаждения жидкости и смазочного масла. Суммарное количество теплоты в охлаждающей жидкости оценивается по разности конечной и начальной температуры теплоносителя.

Количество теплоты, поступающее от газов в цилиндрах к охлаждающей жидкости, определяется путем снятия теплового баланса двигателя. Распределение теплоты, полученной при сгорании введенного в цилиндры двигателя топлива, по составляющим называется внешним тепловым балансом [1, 2, 3, 4]. Внешний тепловой баланс определяется экспериментально и выражается в абсолютных единицах теплоты или относительных величинах его составляющих. Тепловая напряженность системы охлаждения двигателя, как и его составляющие теплового баланса, не остается постоянной и зависит от множества возмущающих воздействий как постоянно действующих, так и временных. Организация рабочего процесса, особенности конструкции узлов и систем, тепловое состояние двигателя, режимы работы трактора, внешние окружающие условия влияют на количество теплоты, поступающее в систему охлаждения. Работа системы охлаждения определяется количеством поступающей в нее теплоты, что, в свою очередь, определяет теплонапряженность двигателя, которая косвенно оценивается температурным режимом системы охлаждения.

На рисунке 3 приведена принципиальная тепловая нагрузочная характеристика системы охлаждения. В диапазоне режима работы двигателя от холостого хода до некоторого значения мощности в массе двигателя и системе охлаждения накапливается теплота, происходит прогрев двигателя до рабочей температуры. Характерно, что после открытия основного клапана термостата интенсивность прогрева уменьшается. В последующем на режиме номинальной нагрузки теплота, поступающая в систему охлаждения, отводится в окружающую среду и тепловое состояние двигателя сохраняется в заданном диапазоне температуры. На режиме максимальной мощности количество теплоты в системе охлаждения несколько увеличивается, соответственно повышаются и температурные показатели двигателя и системы до допустимого предела. Неспособность системы отвести поступающую теплоту приводит к превышению теплового состояния двигателя. На режиме максимального крутящего момента также происходит повышение температурного режима, но не вследствие увеличения тепловой нагрузки, а вследствие уменьшения частоты вращения коленчатого вала, что, прежде всего, влияет на расходные характеристики водяного насоса и вентилятора.

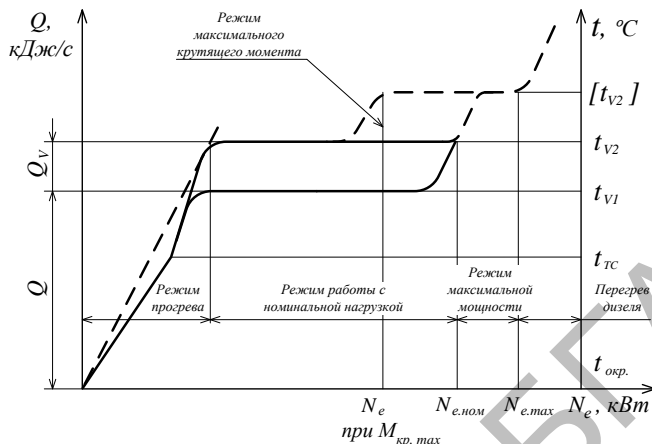


Рисунок 3 – Тепловая нагрузочная характеристика системы жидкостного охлаждения дизеля ($t_{окр.} = const$)

Теплота, поступающая в систему охлаждения, – это потери тепловой энергии, снижающие эффективную работу двигателя. Тепловая энергия системы зависит от рабочего процесса, режима работы и конструкции двигателя. В диапазоне работы двигателя от холостого хода до номинальной мощности отмечается увеличение тепловой нагрузки. Наибольшее значение она принимает при номинальной мощности. График функции $Q_V = f(N_e)$ имеет прямолинейный характер (рисунок 4).

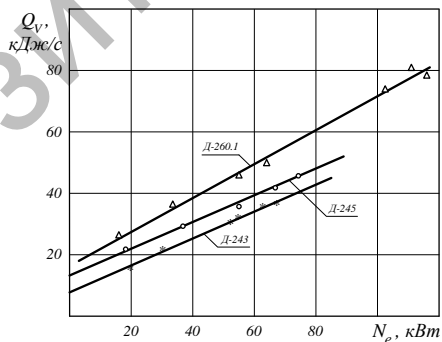


Рисунок 4 – Приток теплоты в охлаждающую жидкость дизелей тракторов «БЕЛАРУС»

График функции $Q_V = f(N_e)$ характеризует приток теплоты в охлаждающую жидкость в зависимости от мощности двигателя. Тепловая

нагрузка в систему охлаждения дизеля Д-245 при одной и той же мощности выше, чем у дизеля Д-243, имеющего естественное всасывание воздуха в цилиндры. Это является следствием применения на дизеле Д-245 турбонаддува всасываемого воздуха, более форсированного процесса сгорания топлива. Увеличение тепловой нагрузки в систему охлаждения при применении турбонаддува у дизеля Д-245 по сравнению с дизелем Д-243 с естественным всасыванием составляет 8,3%. При этом часть теплоты от поршней и цилиндров перераспределяется в смазочное масло вследствие применения струйного охлаждения поршневой группы. Уменьшение тепловыделения в систему охлаждения Д-245 вследствие охлаждения поршневой группы составляет 3,1–5,74 %, тепловыделение в смазочное масло увеличивается до 28,97 %. Более высокая тепловая нагруженность системы охлаждения дизеля Д-260.1 (рисунок 4) является также следствием перераспределения части теплоты смазочного масла в охлаждающую жидкость при охлаждении масла ЖМТ.

Экспериментальные исследования составляющих теплового баланса дизелей типоразмерного ряда тракторов «БЕЛАРУС» позволили построить статистический график (рисунок 5) зависимости тепловыделения в систему охлаждения на режиме номинальной мощности ряда дизелей. График свидетельствует об увеличении тепловой нагруженности системы охлаждения дизелей при повышении номинальной мощности. Составляющая теплоты охлаждающей жидкости при увеличении нагрузки на 1 кВт увеличивается на 0,23 %. Эта интенсивность увеличения тепловыделения в жидкость является общей закономерностью для всех дизелей. Характерно уменьшение тепловой нагрузки на систему охлаждения при увеличении температуры жидкости, так при увеличении температуры жидкости от 80 до 95 °С тепловая нагруженность уменьшается на 4–6 %.

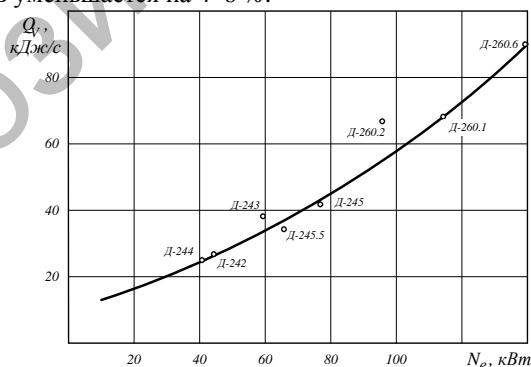


Рисунок 5 – Количество теплоты, поступающей в систему охлаждения дизелей тракторов «БЕЛАРУС» на режиме $N_{e \text{ ном}}$

Более общую оценку тепловой нагруженности системы охлаждения двигателей мобильных машин можно получить при расчете удельной теплоты системы охлаждения. Для анализа и расчетов применим коэффициент равный отношению количества теплоты отдельного составляющего в абсолютных единицах к эффективной мощности двигателя. Приведенный коэффициент, рассчитанный для некоторого количества двигателей, отражает среднестатистическое значение удельного количества теплоты рассматриваемого составляющего теплового баланса двигателей. График функции $g_V = f(Q_V, N_e)$ для отдельно взятого двигателя имеет вид, представленный на рисунке 6. При номинальной мощности коэффициент удельной теплоты принимает наименьшее значение. График функции $g_V = f(Q_V, N_e)$ для типоразмерного ряда тракторных дизелей при номинальной мощности представляет прямую линию (рисунок 7), среднестатистическое значение коэффициента остается одинаковым при номинальной мощности. С достаточной степенью точности тепловую нагрузку на систему охлаждения можно рассчитывать по коэффициенту удельного количества теплоты при известном значении номинальной мощности дизеля.

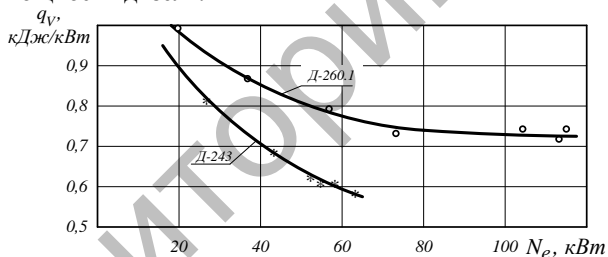


Рисунок 6 – Удельная теплота систем охлаждения в зависимости от мощности дизеля

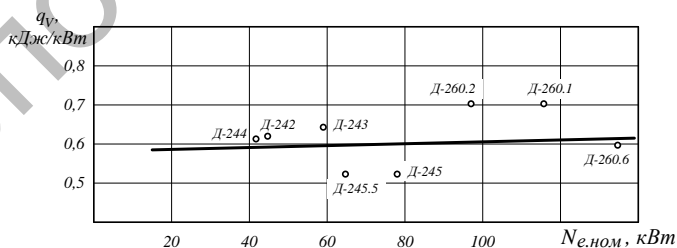


Рисунок 7 – Удельная теплота систем охлаждения типоразмерного ряда тракторов «БЕЛАРУС» на режиме номинальной мощности дизеля

Заключение

Аналитические и экспериментальные исследования тепловой нагрузки на систему охлаждения на примере типоразмерного ряда дизелей тракторов «БЕЛАРУС» позволяют отметить следующее:

- тепловая нагрузка на систему охлаждения определяется режимом работы двигателя и количеством сжигаемого в цилиндрах двигателя топлива;

- тепловая энергия, поступающая в охлаждающую жидкость и смазочное масло и отводимая системой охлаждения, сопоставима с тепловой энергией, превращенной при сгорании топлива в цилиндрах в полезную работу. Суммарная теплота системы охлаждения составляет 52...68% от теплоты, превращенной в эффективную работу;

- рабочий процесс двигателя, применение турбонаддува, способ охлаждения смазочного масла и др. составляют группу конструктивных факторов, влияющих на тепловую нагрузку системы охлаждения; режим работы двигателя является определяющим внешним фактором тепловой нагрузки системы охлаждения;

- количество теплоты в относительных единицах, поступающей в систему охлаждения оснащенных ВМР дизелей, составляет 19,3–23 % и дизелей с ЖМТ – 24–26 %; тепловая нагрузка на систему охлаждения с ЖМТ выше вследствие суммирования теплоты, поступающей в охлаждающую жидкость и смазочное масло;

- среднестатистическое значение коэффициента удельной теплоты системы охлаждения тракторных дизелей составляет $0,629 \pm 0,022$ кДж/кВт. Это значение коэффициента удельного количества теплоты рекомендуется для расчетов тепловой нагрузки системы охлаждения. В дизелях, оснащенных струйным охлаждением поршневой группы, коэффициент удельного количества теплоты системы охлаждения на 13–16 % меньше по сравнению с дизелями без охлаждения поршневой группы.

- конструкция дизеля, способ охлаждения смазочного масла существенно влияют на тепловую нагрузку на систему охлаждения, так при использовании ЖМТ тепловая нагрузка на систему охлаждения увеличивается на 8–10%.

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.

2. Ленин, И.М. Теория автомобильных и тракторных двигателей: учеб. для вузов / И.М. Ленин. – М.: Машиностроение, 1969. – 368 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: теория рабочих процессов: учеб. для вузов: в 3 кн. / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 3-е изд., перераб. и испр. – М.: Высшая школа, 2007. – Кн. 1. – 479 с.

4. Якубович, А.И. Системы охлаждения тракторных и автомобильных двигателей. Конструкция, теория, проектирование / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. – 473 с. : ил. – (Высшее образование: Магистратура).

Abstract

The paper presents the results of an analytical investigation of the distribution of heat flows in liquid cooling systems, as well as the experimental data of the heat balance of diesel tractors "BELARUS", which allowed to determine the character set of heat release on the rated power mode, to assess the thermal loading on specific yet- indicators.

УДК 633.112.9:631.8:631.445.2

**ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА
ОСНОВЕ ОТХОДОВ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Л.Г. Шейко, к.с.-х.н., доцент, А.Ф. Станкевич, инженер

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

В статье приведены результаты полевых опытов по изучению эффективности применения новых продуктов, полученных на основе отходов калийного производства. Применение новых продуктов под озимое тритикале способствует повышению урожая и улучшению качества получаемой продукции.

Введение

Производство высококонцентрированного хлористого калия (60% д.в. K_2O) и применение продуктов на основе обезвоженного глинисто-солевого шлама в сельском хозяйстве имеет важное значение. Новое удобрение кроме калия и натрия содержит в своем составе кальций, магний, серу, бор, марганец, кобальт и другие микроэлементы, необходимые растениям для создания высококачественной продукции.

В первую очередь, эти удобрения следует рассматривать, как дешевый источник натрия для сахарной свеклы, потребность которой в натрии определена в 105 кг/га действующего вещества натрия, а также для кормовых и столовых корнеплодов. Другие сельскохозяйственные культуры (зерновые, многолетние травы, кукуруза), также нуждаются в калии, натрии и микроэлементах. Химический состав новых продуктов, получен-