

- организацией технического сервиса в соответствии с планово-предупредительной по состоянию системой ТО и ремонта с разграничением полномочий технических служб по проведению операций ТО и ремонта;
- эффективной деятельностью специализированных предприятий технического сервиса ТА, реализующих дилерскую систему сервиса или дилерскую систему фирменного сервиса;
- применением современных средств и технологий технического обслуживания и ремонта, электронной сервисной информации и программного обеспечения.

Литература:

1. Габитов И.И., Неговора А.В. Топливная аппаратура автотракторных дизелей. Уфа.: Изд-во БГАУ, 2004.- 216 с.
2. Габитов И.И., Портнов В.И. Особенности технического сервиса импортных мобильных сельскохозяйственных машин // Тракторы и СХМ– 2007 -№ 1.- с.52-53.

ПОВЫШЕНИЕ ПУСКОВЫХ КАЧЕСТВ ДВС ОПТИМИЗАЦИЕЙ СРЕДСТВ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ

Неговора А.В., Байрамов Р.А., Гусев Д.А. (Башкирский ГАУ)

Применяемые в России средства тепловой подготовки не удовлетворяют требованиям ОСТ.37.001.052.2000 по времени разогрева двигателя до принятия нагрузки и не обеспечивают равномерный разогрев моторного масла в картере двигателя. Как следствие, при преждевременном пуске не реализуется требуемый расход смазочных материалов через сопряжения двигателя, что приводит к отказам, снижая производительность автотракторного парка.

Одним из способов повышения эффективности средств тепловой подготовки и устранения неравномерности разогрева картерного масла двигателя является объемный обогрев масляного картера двигателя, осуществляемый при помощи воздушных обогревателей. Однако их использование требует повышенных энергозатрат и технологически не эффективно. С целью оптимизации указанного процесса на кафедре “Тракторы и автомобили” БГАУ проведен комплекс исследований: установлены характерные особенности и разработана математическая модель объемного разогрева масла применительно к двигателю КамАЗ 740.51 – 320, рассмотрено влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на протекание процесса тепловой подготовки.

При нагреве неподвижного объема вязкой жидкости перенос тепла от стенок поддона внутрь рассматриваемого объема осуществляется преимущественно за счет теплопроводности. В рассматриваемой задаче удельное термическое сопротивление теплоотдачи $1/\alpha$ от греющей среды значительно меньше удельного термического сопротивления переносу тепла теплопроводностью, т.е. $\alpha \geq \lambda/\delta$, поэтому температура в каждой масла в каждой точке поддона зависит от ее координат и времени $t = f(x, y, z, \tau)$.

Указанная зависимость $t = f(x, y, z, \tau)$ в данном случае может быть получена путем интегрирования нестационарного дифференциального уравнения теплопроводности, которое можно получить, рассмотрев баланс энергии произвольного объема V масла внутри рассматриваемой области. Выбранный объем ограничен замкнутой поверхностью F .

Полный тепловой поток, проходящий через поверхность F :

$$Q = \oint_F q \cdot dF, \quad (1)$$

где q – плотность теплового потока Вт/м².

Полный тепловой поток равен скорости изменения теплосодержания масла, заключенного в объеме V :

$$\frac{dI}{d\tau} = - \int_V c \cdot \rho \cdot \frac{\partial t}{\partial \tau} \cdot dV, \quad (2)$$

где c, ρ – теплофизические характеристики масла (теплоемкость и плотность соответственно).

Согласно теореме Гаусса – Остроградского и в соответствии с законом Фурье:

$$\oint_F q \cdot dF = \int_V \operatorname{div} q \cdot dV, \quad q = -\lambda \cdot \operatorname{grad} t, \quad (3)$$

Учитывая, что $\operatorname{div} \times \operatorname{grad} t = \nabla^2 t = \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}$ и сравнивая выражения (1) и

(2), получим:

$$\int_M \lambda \cdot \nabla^2 t \cdot dV = \int_V c \cdot \rho \cdot \frac{\partial t}{\partial \tau} \cdot dV, \quad (4)$$

Окончательно получим:

$$\frac{\lambda}{c \cdot \rho} \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) = \frac{\partial t}{\partial \tau}, \quad (5)$$

В рассматриваемой задаче удобно задать граничные условия Дирихле I рода:

$$T(x_1, y, t) = T_1; \quad T(x_n, y, t) = T_2; \quad T(x, y_1, t) = T_3; \quad T(x, y_n, t) = T_4. \quad (6)$$

Как показали экспериментальные исследования, при разогреве картерного масла объемным способом в донной части поддона имеется слой холодного масла с $t \approx -10^\circ\text{C}$, толщиной 1...3 мм, для которого имеет место нулевой тепловой баланс, а у стенок поддона имеется пограничный слой ($t = 0 \dots -10^\circ\text{C}$, $\delta \approx 3 \dots 5$ мм). Выявленные особенности процесса позволили скорректировать граничные условия задачи.

С учетом полученных зависимостей была разработана математическая модель процесса прогрева масла при объемном подводе тепла к поддону двигателя и на ее основе составлена программа, позволяющая определять температуру масла в любой точке объема и в произвольный момент времени процесса.

Результаты расчета температурных полей в разные моменты времени и в разных исполнениях подогревателя для слоя масла, расположенного на уровне маслоприемника приведены на рисунке 1.

С целью проверки адекватности математической модели были проведены экспериментальные исследования. Регистрировались следующие параметры: температура масла – по уровню от дна поддона с определенным интервалом, в пограничных слоях у донной и боковых стенок. В таблице 1 приведены результаты теоретического расчета и экспериментальные значения температур (точки 1, 2, 3) для слоя масла расположенного на уровне маслоприемника.

Видно, что сходимость результатов довольно высокая и лежит в пределах погрешности измерений. Теоретические и экспериментальные исследования позволили установить, что скорость и равномерность прогрева масла в картере двигателя в значительной мере определяется способом и законом подвода теплоносителя к масляному поддону двигателя. Для формирования оптимального закона было исследовано влияние на процесс разогрева масла различных конструктивных факто-

ров (подогреватели и направляющие устройства (фальшподдоны)) и эксплуатационных условий.

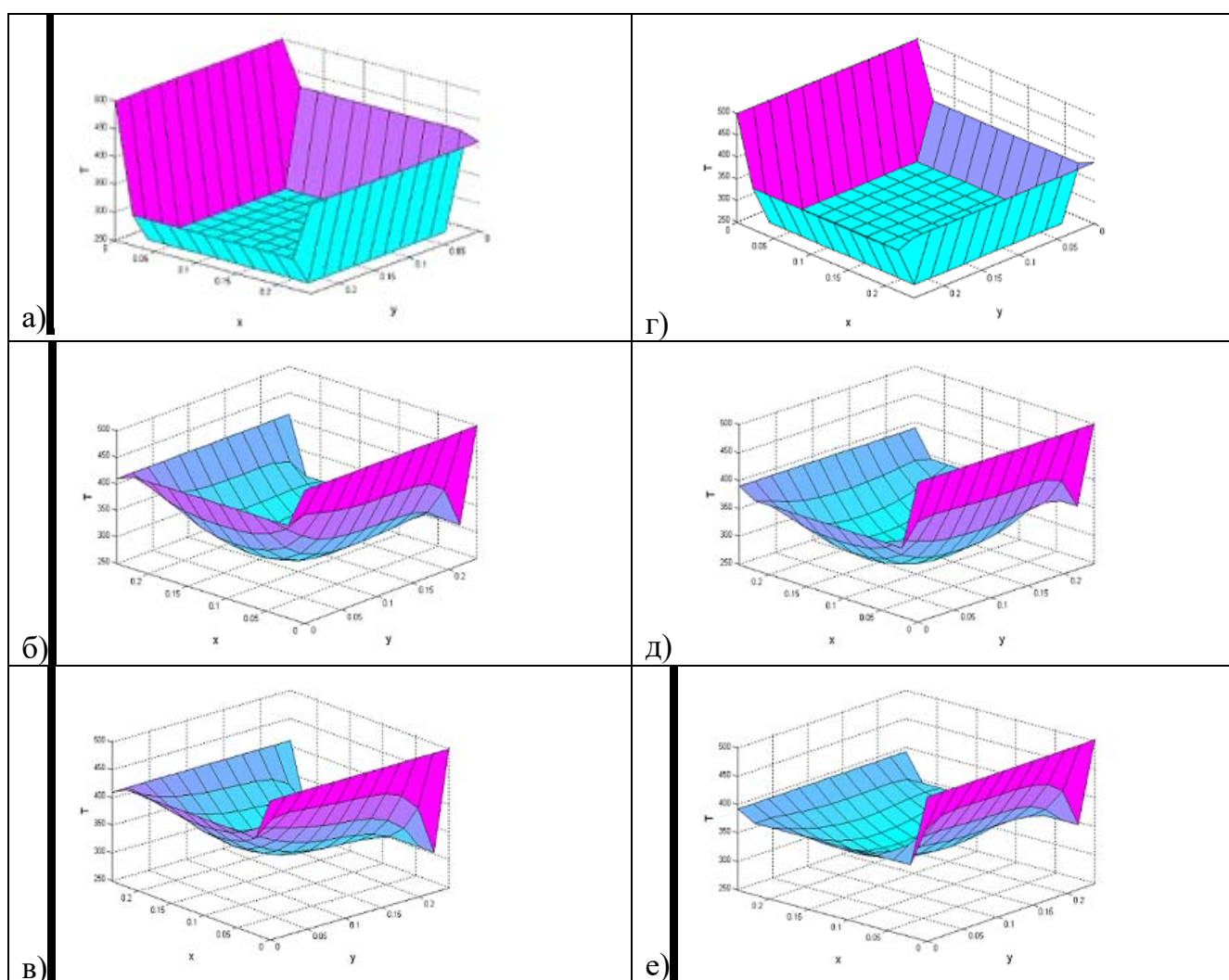


Рис. 1. Температурные поля в слое масла, расположенном на расстоянии 25 мм от донной стенки глубокой части поддона (уровень маслоприемника) соответственно в начальный момент, через 20, 40 мин работы обогревателя (а), (б), (в) – при исходной конструкции направляющего устройства; (г), (д), (е) – после изменения конструкции направляющего устройства (температура окружающего воздуха 22°C)

Таблица 1. Значения температур в точках рассматриваемого слоя.

Интервалы времени	№ точки	Расчет, К	Эксперимент, К
В момент запуска обогревателя	1	251,0	251,0
	2	251,0	251,0
	3	251,0	251,0
Через 18 мин после начала работы обогревателя	1	292,2	291,0
	2	278,9	274,0
	3	274,8	272,0
Через 45 мин после начала работы обогревателя	1	329,1	325,0
	2	328,1	331,0
	3	308,8	314,0
Через 90 мин после начала работы обогревателя	1	348,9	353,0
	2	362,1	358,0
	3	355,6	353,0

Измерение температуры газовой смеси (ГВС), подводимой от обогревателя в направляющее устройство, проводилось с момента запуска обогревателя до выравнивания температуры во всём объёме масла на двух уровнях: вблизи днища фальшподдона (термопары №№ 2,5,6) и у его верхнего среза (термопары №№ 1,4,7).

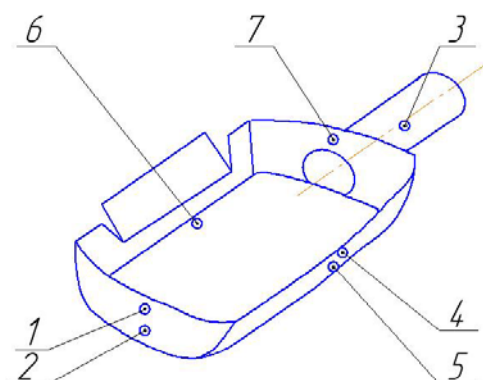


Рис. 2. Схема размещения термопар.

Так же измерялась температура ГВС на входе в фальшподдон (термопара №3).

Гистограммы распределения температур по объёму фальшподдона в начальный момент времени, через 20 минут и через 40 минут после запуска приведены на рисунке 3.

Из рисунка 3 видно, что поток теплоносителя распределяется неравномерно, а именно, прослеживается значительный разброс температуры в разных точках одного уровня: на уровне дна фальшподдона от 200.7°C (задняя стенка) до 31.4°C (передняя стенка), на уровне верхнего среза фальшподдона от 160°C (левая стенка) до 23.0°C (передняя стенка).

Об эффективности процесса разогрева масла в поддоне можно судить по изменению температуры потока ГВС у верхнего среза, по сравнению с поступающей. Анализ экспериментальных данных показал, что в начальный момент времени имеет место большая неравномерность теплопередачи: левая стенка глубокой части поддона находится в лучших условиях ($\Delta t = 26^{\circ}\text{C}$), а передняя стенка – в худших: ($\Delta t = 6.4^{\circ}\text{C}$). По мере прогрева (через 20 минут после запуска обогревателя) интенсивность теплоотдачи повышается: у левой стенки $\Delta t = 44.1^{\circ}\text{C}$, у передней $\Delta t = 10.8^{\circ}\text{C}$. Далее к концу цикла обогрева (40 минут после запуска обогревателя) передача тепла уменьшается: у левой стенки $\Delta t = 23.4^{\circ}\text{C}$, у передней $\Delta t = 7.6^{\circ}\text{C}$.

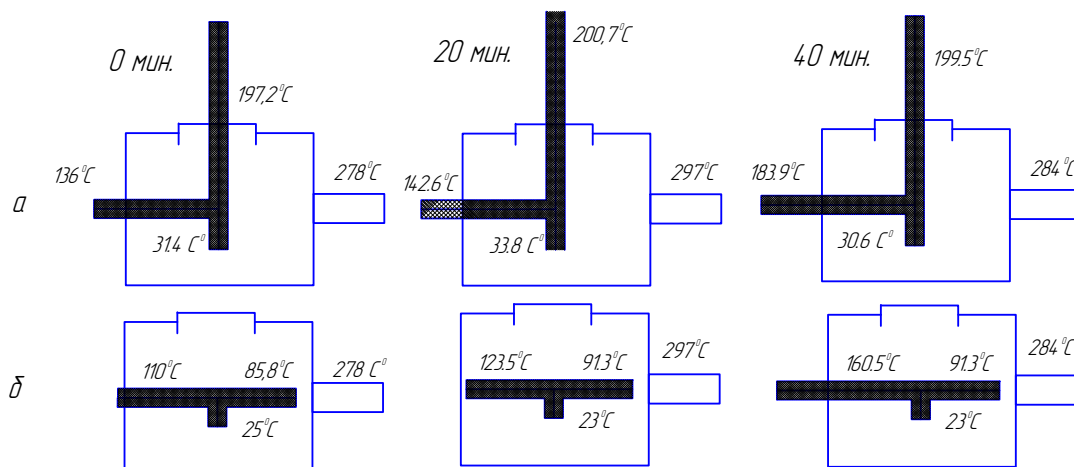


Рис. 3. Распределение температур на уровнях дна поддона картера (а) и верхнего среза фальшподдона (б) в разные моменты времени прогрева.

Объяснить это можно тем, что в начальный момент времени масло в поддоне двигателя малоподвижно и пристеночный слой быстро прогреваясь, снижает передачу теплоты. Через 20 минут после запуска масло приобретает подвижность: пристеночный слой движется вверх, линза холодного масла опускается, что понижает температуру пристеночного слоя масла. Через 40 минут после запуска обогревателя температура масла во всём объёме достигает 30°C , подвижность масла снижается и теплоотдача ГВС снова падает.

Известно, что на передачу теплоты существенное влияние оказывают следующие факторы: разность температур теплоносителя и нагреваемого тела, скорость теплоносителя, режим его движения (ламинарный или турбулентный), физические свойства теплоносителя. Таким образом, меняя форму фальшподдона можно оказывать влияние на скорость и расход теплоносителя, а следовательно оптимизировать распределение температур по стенкам фальшподдона.

В результате изменения конструкции направляющего устройства было получено следующее распределение температур ГВС у поддона двигателя (рисунок 4). Результаты теоретического расчета с измененной формой направляющего устройства выявили более быстрый и равномерный прогрев масла (рисунок 1).

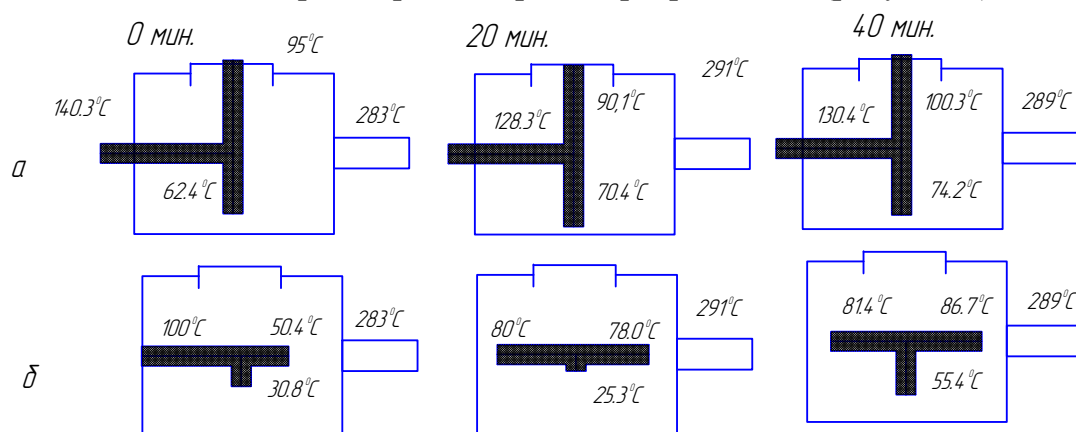


Рис. 4. Распределение температур на уровнях дна поддона картера (а) и верхнего среза фальшподдона (б) после изменения формы фальшподдона.

Таким образом, разработанная математическая модель процесса разогрева масла позволяет при известных значениях температур теплоносителя у стенок поддона, теплофизических параметрах масла и стенок поддона получить температурное поле для любого момента времени и выявить скорость развития процесса по любому направлению, определить температуру масла в любой точке поддона и, на основе этих данных, провести оптимизацию подвода теплоты к поддону, рассмотрев время разогрева масла в картере как целевую функцию подводимого теплового потока, стремящуюся к минимуму $\tau = \Phi(T_x, T_y, T_z = \tau_{\min})$ и дать обоснованные рекомендации по периоду времени, необходимому для разогрева двигателя и моменту его запуска. Оптимальный закон подвода тепла далее реализуется с помощью оригинальной конструкции фальшподдона и заданного режима работы подогревателя.

9. МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

О ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ДВИГАТЕЛЯМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Гоц А.Н., Эфрос В.В. (Владимирский государственный университет)

Двигатель внутреннего сгорания не является продуктом конечного использования. В связи с этим проблемы развития и совершенствования поршневых двигателей сегодня находятся как бы в тени глобальных проблем развития отдельных отраслей машиностроения.