

УДК 331.45

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ ПОСЛЕ ПУСКОВОГО
ПРОГРЕВА СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ**

Сергей Дмитриевич Хорошков

Магистрант

Horoshkov.mich@mail.ru

Алексей Александрович Бахарев

кандидат технических наук, доцент

BakharevAlex@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены применяемые методы прогрева силовых установок автомобилей после их запуска. Выявлены основные недостатки каждого метода не позволяющие эффективно производить прогрев силовых установок, и намечены пути устранения этих недостатков.

Ключевые слова: двигатель, прогрев, пуск.

На сегодняшний день большое значение придается эффективной тепловой подготовке двигателей внутреннего сгорания при этом из-за большого разнообразия видов подготовки и параметров и характеристик устройств для подготовки становится ясно, что актуальной задачей в настоящее время является нахождение оптимальных параметров и режимов процесса прогрева и устройств применяемых для него. [1, 2, 3, 4]

Не секрет что самыми оптимальными параметрами прогрева двигателя внутреннего сгорания будут являться те при которых будет минимальный объем израсходованного топлива, минимальное время затраченное на прогрев двигателя, хорошие экологические показатели, а также малый износ составляющих трущихся узлов. [5, 6]

Все методы прогрева двигателя внутреннего сгорания вместе с устройствами для прогрева двигателя внутреннего сгорания можно поделить на три основные группы (рис. 1):



Рисунок 1 – Методы прогрева двигателя внутреннего сгорания вместе с устройствами для прогрева двигателя внутреннего сгорания

Для прогрева силового агрегата техники можно использовать следующие методики: [7, 8]

- использование тепла выделяемого из выхлопных газов;
- использование тепла выделяемого из жидкости для охлаждения;
- использование тепла выделяемого из материалов для смазки.

Достоинствами данных способов получения теплоты могут быть применение самых удобных условий как для подогрева двигателя внутреннего

сгорания до запуска, так и прогрева силового агрегата после запуска не смотря на то, как и в каких условиях она хранилась, а также независимо от различных источников внешней энергии.

Также широко распространены устройства для того что бы сохранять тепло имеющееся в рабочих жидкостях двигателей внутреннего сгорания работающих автономно, но их применение дорого стоит и требует обученного персонала что бы установить подобные устройства и в дальнейшем обслуживать. [9]

Также существуют методики отбора тепловой энергии от газов, выпускающихся из двигателя, которые могут с достаточно хорошим эффектом поднимать температуру деталей и узлов двигателей внутреннего сгорания после запуска с применением различных систем основанных на принципе рекуперации энергии. Недостатком данного способа будет считаться такой же как и в методике сохранения тепловой энергии в рабочих жидкостях, а именно необходимо устанавливать в двигатель внутреннего сгорания дополнительное специального оборудования, что влечет за собой большие финансовые на затраты на покупку таких устройств и их установку.

На сегодняшний день существует методика прогрева силовой установки после запуска за счет электронагревателей которые питаются от генератора самой техники двигатель которой необходимо прогреть и воздействуют непосредственно на рабочие жидкости этого двигателя. Недостатком такой методики является все тоже дополнительное оборудование на покупку, монтаж и обслуживание которого необходимо потратить достаточно внушительные суммы денег, а также из-за питания подобных устройств от генератора машины, на генератор ложится дополнительная внушительная нагрузка. [10]

Следует отметить что дополнительно нагрузить силовой агрегат оставляя при этом транспортное средство в спокойном состоянии без движения можно за счет варьирования некоторых параметров работы двигателя внутреннего сгорания.

Например, если немного изменить угол опережения зажигания двигателя

внутреннего сгорания то можно получить прибавку в моменте кручения на коленчатом валу, общую прибавку мощности силовой установки, снизить объем израсходованного топлива, а также снизить концентрацию вредных веществ в выбрасываемых газах. Подобные исследования начали проводить после внедрения с две тысячи седьмого года стандартов Евро-3, а позже с две тысячи четырнадцатого года стандартов Евро-4. Как правило, проверку автомобилей на наличие вредных веществ в выхлопных газах делают во время разработанных ездовых циклов. Кстати двигатели внутреннего сгорания со смесеобразованием, которым управляет карбюратор уже не проходят по результатам таких проверок.

Исходя из норма этих стандартов двигатель внутреннего сгорания не должен работать используя бедную топливную смесь или богатую. Другими словами состав топливной смеси для того что бы соответствовать стандартам Евро-3 должен находится в границах от ноля целых девяносто семи сотых до одной целой пяти сотых, погрешность при этом не должна превышать трех процентов, а состав топливной смеси для того что бы соответствовать стандартам Евро-4 должен находится в границах от ноля целых девяносто девяти сотых до одной целой двух сотых, погрешность при этом не должна превышать трех процентов. Это правило было обязательно и независимо от различных режимов работы двигателей внутреннего сгорания. Достичь подобных требований можно только применив для управления процессом получения топливной смеси специальные электронные блоки управления.

Также нагрузка на двигатель внутреннего сгорания будет становиться больше, если систему активно дросселировать, при этом не важно какую именно систему подвергать этому процессу выпуска или впуска. К примеру, если в выхлопную трубу добавить совершенно посторонний предмет, который своим объемом будет перекрывать проход для потока выхлопных газов, то сила газа давящая на стенки выхлопной системы не будет падать, просто не будет успевать этого делать. Это чревато тем что после того как клапан цилиндра работающий на выпуск отработанных газов будет открываться, газы из

цилиндра не будут выходить в полном объеме из-за противодействия газов выхлопной системы давящих их в обратную сторону. Вследствие этого большинство уже и так отработанных газов будут оставаться в цилиндре, а большая часть новой смеси топлива просто не сможет попасть в цилиндр из-за занятого объема предыдущих газов. Все это приведет к падению мощности двигателя внутреннего сгорания.

На наш взгляд отдельного внимания заслуживают такие способы прогрева двигателя внутреннего сгорания, в которых нет необходимости устанавливать дополнительное специальное оборудование или как то по другому менять конструкцию силовой установки. В этих способах для получения энергии тепла используются три специальных режима работы двигателя внутреннего сгорания: тормозной режим с применением энергии движения или специального источника извне; установившийся режим который происходит в силовой установке работающей на холостом ходу и переходной режим использующий работу силовой установки с чередованием оборотов в фазе разгона и оборотов холостого хода.

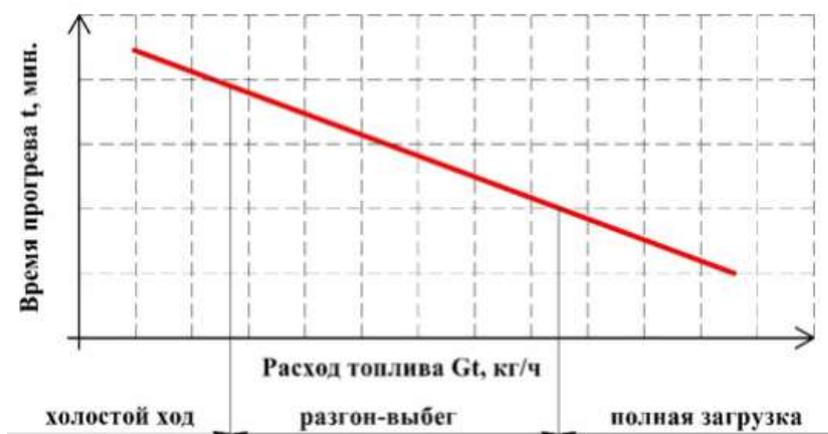


Рисунок 2 – Влияние режимов работы двигателя на качественные показатели характеризующие эффективность прогрева силовой установки

Проведённые исследования и опыт эксплуатации различных силовых установок дает четкое понимание, что прогреть двигатель внутреннего сгорания до нормативных рабочих параметров используя режим при котором силовой агрегат работает только на холостом ходу в условиях малых

температур окружающей среды невозможно. Если прогревать силовую установку в таком режиме, то расход топлива становится крайне неэффективным, а износ деталей двигателя внутреннего сгорания наоборот возрастает в разы. Поэтому во многих зарубежных странах прогрев двигателя с использованием режима холостого хода нельзя проводить более 10 минут, а для некоторых марок двигателей такой режим прогрева совершенно неприемлем.

Из-за этого практически всегда силовая установка вовлекается в работу под нагрузкой не достигнув рекомендуемых значений по температуре, что снижает его мощность, увеличивает объём израсходованного топлива, а также увеличивает присутствие вредных веществ в выхлопных газах.

В некоторых научных работах для снижения потерь связанных с прогревом двигателя на холостом ходу предлагается производить его с определённой периодичностью во время простоя, не давая силовой установке полностью остыть до температуры окружающей среды.

Также известна другая методика прогрева силового агрегата с использованием холостого хода, но не в пассивном установившемся состоянии, а с применением режима динамического нагружения силовой установки, в котором обороты двигателя внутреннего сгорания через воздействие на акселератор то поднимаются до определённого значения, то падают до нормативных оборотов холостого хода. Включение и выключение такого режима происходит автоматически и зависит от положения органов управления силовой установкой и машиной в целом. Например, режим активируется при нахождении селектора переключения коробки перемены передач в нейтральном положении и свободном положении педали акселератора и сцепления, а выключение режима происходит либо при изменении положения одной из педалей либо при изменении положении селектора коробки перемены передач.

Некоторые ученые экспериментировали с различными режимами прогрева силовой установки: однократный прогрев с применением нагревателя работающего при помощи электрического тока во время простоя техники между сменами; двукратный прогрев с применением нагревателя работающего

при помощи электрического тока во время простоя техники между сменами; однократный прогрев с применением нагревателя работающего при помощи электрического тока осуществляемый не задолго до начала движения машины. Они установили что при применении прогрева во время простоев техники между сменами увеличивают затраты на топливо, а прогрев непосредственно перед началом работы более экономичен. Также они доказали, что затраты энергии и времени которое уходило на прогрев можно уменьшить если применять нагревательные элементы большей мощности. Особенно данный эффект хорошо заметен при малых температурах окружающей среды.

Во многих работах описываются этапы, на которые делится прогрев силовой установки:

- первый – силовая установка запускается и начинает работать на холостых оборотах при десяти-пятнадцати оборотах коленчатого вала в секунду около шести минут. Целью данного этапа является достижение температуры моторного масла равной пятнадцати градусам по шкале Цельсия;

- второй – силовая установка работает при семнадцати –двадцати оборотах коленчатого вала в секунду. Окончанием этапа служит температура моторного масла равная температуре блока двигателя внутреннего сгорания, а температура жидкости до охлаждения должна быть равна тридцати пяти-сорока пяти градусам по шкале Цельсия;

Третий – процесс прогрева силовой установки, коробки перемены передач и покрышек в режиме работы двигателя с малыми нагрузками во время движения. Окончанием этапа служит прогрев двигателя внутреннего сгорания коробки перемены передач и шин до рабочих температур.

Ранее было принято, что повышение скорости с использованием холодной силовой установки чрезвычайно вредно для многих трущихся деталей различных узлов двигателя внутреннего сгорания, ведущие к появлению повышенного износа. Однако в настоящее время ученые пришли к выводу целесообразно прогревать силовой агрегат в условиях малых температур окружающей среды на повышенном в сравнении с оборотами холостого хода

скоростном режиме для придания полезной нагрузки двигателю. В таком случае износы деталей силовой установки происходящие в результате холодного пуска снижаются из-за:

- уменьшения количества времени требуемого для прогрева силовой установки до нормативных температур;
- улучшения параметров работы подшипников качения благодаря возникновению в них гидродинамический воздействию;
- улучшение смазывания стенок цилиндров блока за счет более сильного давления моторного масла и как следствие более интенсивного его разбрызгивания;
- улучшение смазывания подшипников качения за счет большего объема его поступления.

Из анализа научных исследований видно что прогрев силовой установки при малых температурах окружающей среды чаще всего производят, нагружая двигатель внутреннего сгорания. Но не существует исследований, а значит и рекомендаций по величине применяемой нагрузки. В настоящее время есть лишь рекомендации по применению тех или иных режимов прогрева силового агрегата основанные на снижении износа трущихся деталей различных узлов и механизмов двигателя. Стоит отметить что работа силовой установки под нагрузкой которая в принципе может происходить только после начала движения машины мало того что не применима в некоторых случаях, так еще и в некоторых случаях просто не целесообразна.

Опыт эксплуатации силовых установок и большая база научных исследований говорят нам о том, что прогрев силового агрегата под нагрузкой ведет к уменьшению количества времени затраченного на прогрев двигателя внутреннего сгорания. Поэтому на сегодняшний день актуальным является поиск и разработка различных устройств на основе микропроцессоров которые могли бы регулировать силу нагрузки на силовую установку во время прогрева исходя их комплекса внешних и внутренних факторов.

Для устранения данной проблемы предлагается выявить самый наименее

затратный режим работы силовой установки в период ее прогрева в условиях малых температур окружающей среды. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, а именно: снизить количество времени затраченного на прогрев силового агрегата; снизить объем израсходованной топливной смеси; снизить содержание вредных веществ в выхлопных газах; улучшить эффективность электронного блока управления силовым агрегатом за счет расширения его возможностей. Другими словами после запуска силовой установки и нарастания давления моторного масла, а также отталкиваясь от данных о нормальной работе двигателя внутреннего сгорания необходимо проводить прогрев силовой установки только нагружая двигатель до тех пор пока он не выйдет на нормативный температурный режим.

Одним из вариантов, при котором будет увеличиваться нагрузка на силовую установку можно считать работу двигателя внутреннего сгорания в неуставившемся режиме. В этом режиме двигатель чередует фазы увеличения оборотов (разгона) и сброса оборотов до нормативов холостого хода (выбега) за счет чего двигатель нагружается своими же инерционными силами.

Что прогрев силовой установки происходил с большей эффективностью во время работы в условиях малых температур окружающей среды можно сократить количество времени затрачиваемого на прогрев за счет увеличения части энергии топлива отправляемой на увеличение температуры силового агрегата. Это способ подразумевает под собой следующие моменты: Во время прогрева силового агрегата на холостых оборотах момент индикаторный равен такой же величине как и момент от мех. потерь ($M_i = M_t$). Если же быстро и сильно увеличить количество топлива подаваемого в двигатель внутреннего сгорания то моменты указанные выше не становятся равны друг другу ($M_i \gg M_t$). Избыток большего момента уходит на повышение оборотов коленчатого вала силовой установки.

В тот период когда на всем участке увеличения оборотов двигателя внутреннего сгорания акселератор находится в максимально крайнем режиме

то скоростные параметры силовой установки точно повторяют скоростные параметры установившегося режима самого большого нагружения. Другими словами появляется некое количество времени при котором силовой агрегат воспринимает самые большие нагрузки и следовательно начинает выделять самое большое количество тепловой энергии.

Как только силовая установка доходит до определенного заранее максимального количества оборотов коленчатого вала, топливо перестаёт подаваться в двигатель. Силовой агрегат в это время переключается в режим свободного выбега переводя кинетическую энергию которая накопилась к этому времени за счет большой частоты вращения в энергию тепловую. После того как силовая установка доходит до определенного заранее минимального количества оборотов коленчатого вала, топливо снова начинает подаваться в двигатель. Чередую эти этапы мы получаем режим работы силовой установки – разгон-выбег

Объем подаваемого топлива регулируется электронным блоком управления двигателя внутреннего сгорания за счет изменения положения дроссельной заслонки и ориентируясь по температуре жидкости применяемой для охлаждения силовой установки. Данный цикл повторяется до тех пор пока силовой агрегат не дойдет до нормативной температуры работы.

Список литературы:

1. Борзых Д.А., Бахарев А.А. Пути снижения трудоемкости работ по ремонту двигателей в ремонтных мастерских сельскохозяйственных предприятий // Наука и Образование. 2020. Т.3. №4. С. 22

2. Замарин А.С., Бахарев А.А. Пути повышения эффективности работ при восстановлении коленчатых валов двигателей // Наука и Образование. 2020. Т.3. №4. С. 20

3. Бахарев С.А., Бахарев А.А. Повышение эффективности ремонта тормозного цилиндра 2ТЭ116 // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.

4. Алехин Р.В., Бахарев А.А. Пути повышения эффективности ремонтов автомобильного транспорта // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3.

5. Кучук М.А., Бахарев А.А. О повышении эффективности дефектации шатунов ремонтируемых двигателей внутреннего сгорания // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3.

6. Устименко С.Н., Бахарев А.А. Пути повышения ремонта двигателей внутреннего сгорания тракторов // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3.

7. Фофонов П.В., Бахарев А.А. О повышении эффективности работ по восстановлению коленчатых валов при ремонте двигателей внутреннего сгорания // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3.

8. Чертовских В.Н., Бахарев А.А. Пути повышения эффективности послеремонтной обкатки двигателей внутреннего сгорания грузовых автомобилей // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3.

9. Шатилов О.И., Бахарев А.А., Дробышев И.А. О повышении эффективности контроля коленчатых валов тракторных двигателей после восстановления // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 4.

10. Юдаков И.В., Бахарев А.А., Дробышев И.А. Пути повышения эффективности очистки двигателей внутреннего сгорания и их деталей во время капитального ремонта // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 4.

UDC 331.45

**ANALYSIS OF THE APPLIED METHODS AFTER START-UP
HEATING OF THE POWER PLANT**

Sergey D. Khoroshkov

Master student

Horoshkov.mich@mail.ru

Alexey A. Bakharev

candidate of technical sciences, associate professor

BakharevAlex@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article considers the applied methods of warming up the power plants of cars after their launch. The main shortcomings of each method that do not allow efficient heating of power plants are identified, and ways to eliminate these shortcomings are outlined.

Key words: engine, warm-up, start-up.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.