

ПОВЫШЕНИЕ ПУСКОВЫХ КАЧЕСТВ ВИХРЕКАМЕРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

*В.В. Робустов, Д.В. Худяков, Сибирская автомобильно-дорожная академия;
С.Г. Фомин, В.К. Шарапов, ОАО «Барнаултрансмаш»*

Проблема повышения пусковых качеств ДВС в зимних условиях является весьма актуальной, особенно для регионов Сибири и Крайнего Севера. В данной работе предпринят комплексный системный подход к решению данной проблемы. На основе теории электростартерного пуска ДВС разработана полная классификация путей и методов повышения надежности холодных пусков и выбрана наиболее эффективная для вихрекамерных дизелей ВАЗ-341/343. Специально разработанные электрические беспригарные подогреватели моторного масла и охлаждающей жидкости обеспечили повышение пусковых качеств двигателей при температуре окружающей среды от -5 до -25°C . Разработанные технологии и новые технические средства могут быть использованы для совершенствования пусковых качеств ДВС других типов и размеров.

Проблема зимней эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС), особенно вихрекамерных дизелей, в условиях низких отрицательных температур окончательно не решена до настоящего времени. Это объясняется, во-первых, особой чувствительностью дизелей к низким температурам, а во-вторых, их непригодностью к эксплуатации в условиях низких отрицательных температур [1, 2]. Так, предварительные испытания дизелей ВАЗ-3413 в первоначальной штатной комплектации на ОАО «Барнаултрансмаш» показали, что проблемы с запуском начинаются при температурах -5°C и ниже. Несмотря на наличие штатных устройств облегчения пуска указанных дизелей (свечи накаливания, подогреватель топливного фильтра тонкой очистки в виде проставки между крышкой и колпаком) проблема надежного запуска их при отрицательных температурах оставалась нерешенной и требовала своего неотложного конструктивного решения. Учитывая, что указанные двигатели могут использоваться в составе электроагрегатов, где применение подручных средств для их запуска недопустимо, а запуск и работа непрогретого двигателя сопровождается повышенным износом и увеличением токсич-

ности отработавших газов, проблема приобретает особую важность и остроту [3, 4].

Целью данной работы явилось исследование возможности повышения пусковых качеств дизелей типа ВАЗ-3413/3434 в зимних условиях применением электрических подогревателей моторного масла и охлаждающей жидкости разработки СибАДИ.

При разработке новых технологий зимней эксплуатации двигателей был проведен подробный анализ возможных путей и методов повышения надежности холодных пусков при низких температурах окружающего воздуха. В основу анализа были положены закономерности трехстадийного электростартерного пуска ДВС [3].

Согласно [3] электростартерный пуск двигателя включает в себя три стадии.

Первая стадия — прокручивание коленчатого вала (КВ) двигателя с помощью стартера

$$M_{\text{ст}} - M_{\text{сопр}} = J(d\omega/dt). \quad (1)$$

Вторая стадия — прокручивание КВ от стартера и работающих цилиндров

$$M_{\text{ст}} + \Sigma M_{\text{ц}} = M_{\text{сопр}} + J(d\omega/dt). \quad (2)$$

Третья стадия — прокручивание КВ от работающих цилиндров

$$\Sigma M_{\text{ц}} = M_{\text{сопр}} + J(d\omega/dt), \quad (3)$$

где $M_{\text{ст}}$ — крутящий момент стартера, приведенный к коленчатому валу двигателя; $M_{\text{сопр}}$ — момент сопротивления прокручиванию КВ двигателя; J — момент инерции двигателя, приведенный к КВ; ω — угловая скорость вращения КВ двигателя; t — время; $\Sigma M_{\text{ц}}$ — сумма индикаторных моментов работающих цилиндров.

Из приведенных выше уравнений, особенно (2), можно видеть, что все усилия по повышению надежности пуска холодного двигателя в условиях отрицательных температур должны быть направлены на увеличение $M_{\text{кр}}$ стартера, улучшение условий для начала работы цилиндров двигателя $\Sigma M_{\text{ц}}$, уменьшение момента сопротивления $M_{\text{сопр}}$ прокручиванию КВ, уменьшению приведенного момента инерции двигателя J . Таким образом, наибольшее количество факторов, влияющих на успешный пуск двигателя, участвует в уравнении (2) второй стадии пуска.

На основе теории электростартерного пуска ДВС разработана классификация путей и методов повышения надежности пуска холодного двигателя, приведенная на рис. 1.

Исходя из анализа путей и методов повышения пусковых и эксплуатационных качеств двигателей были разработаны концепция и технология повышения пусковых и эксплуатационных качеств дизелей при низких отрицательных температурах.

Концепция повышения пусковых и эксплуатационных качеств двигателей в зимний период заключается в обеспечении комплексной тепловой подготовки двигателя к пуску, т. е. подогрев его основных функциональных систем: смазки, питания, охлаждения. Наиболее перспективным решением проблемы надежного пуска двигателя является применение электрических подогревателей масла, тосола, топлива. Они обеспечивают разогрев рабочих жидкостей двигателя к моменту запуска и облегчают пуск [5].

Причем время подогрева моторного масла составляет от 5 до 15 мин, подогрева топлива в фильтрах (ФТО) и у топливозаборника топливного бака — 3–5 мин, а для подогрева тосола достаточно 20–30 мин. В целях снижения энергопотребления подогревателей и стабилизации температурного режима моторного масла предлагается теплоизоляция масляного картера, которая позволяет уменьшить мощность подогревателя на 15–20 % при том же уровне подогрева и весьма существенно снизить интенсивность охлаждения масла при отключении ДВС.

Данная технология позволяет исключить и самопроизвольную остановку двигателя при работе машины на маршруте в условиях низких отрицательных температур, когда выпадающий из топлива парафин закупоривает фильтрующие перегородки топливозаборной сетки, топливного фильтра и ограничивает поступление топлива к форсункам. Включение в работу встроенных в фильтры и топливозаборник ленточных подогревателей полностью исключает выпадение парафина из топлива в этих узлах и обеспечивает нормальную подачу топлива в цилиндры двигателя. По сравнению с

предпусковыми котлами-подогревателями использование электрических подогревателей сокращает время подготовки двигателя к принятию нагрузки, способствует оздоровлению экологической обстановки в местах базирования машин, сохранению их маскировки.

Формирование параметров подогревателей и их обоснование было проведено с учетом результатов теоретических и экспериментальных исследований. Основные технические данные подогревателей приведены в таблице.

Испытания проводились с использованием штатного картера двигателя ВАЗ, в котором размещен подогреватель МЭН-02 мощностью 280 Вт и термопары типа ХК. Картер был заполнен маслом М5з/12Г1 в количестве 3,8 л и установлен на специальном стенде в боксе с температурой окружающего воздуха +20 °С, после чего на подогреватель был подан ток от аккумуляторных батарей 6СТ-132 и в течение 40 мин производился прогрев масла с фиксацией температуры, напряжения, тока питания подогревателя. Для фиксации температур использовали самописец КСП-4 с пределом измерения от –50 до +200 °С, интервал опроса между точками был установлен в 12 с, скорость протяжки ленты 1800 мм/ч. Через 40 мин работы подогревателя МЭН-02 электропитание отключали и еще в течение 10 мин фиксировали изменение температуры в заданных точках картера.

Динамика изменения температуры показана на рис. 2.

По завершении испытаний подогревателя МЭН-02 был проведен внешний осмотр нагревательного элемента так же, как и до проведения испытаний. При осмотре до испытаний установлено, что поверхности ленты-спирали НЭ чистые, светлые без нарушений и разрывов. После испытаний на поверхности ленты-спирали НЭ нагара, лакообразования и других изменений не обнаружено, лента-спираль чистая, светлая, корпус НЭ без трещин, сколов и разрывов, пайка шин без изменений, замечаний нет. Испытания подтвердили беспригарность ленточных подогревателей.

Таблица

Основные технические данные подогревателей рабочих жидкостей

1	Напряжение питания, В	12–14, 24–27, 36
2	Мощность, Вт	150–260, 360, 540, 820, 900, 1200
3	Режим работы	масляных
		топливных
		тосола
		Кратковременный (5–15 мин перед пуском)
		То же, при необходимости может работать длительно
		20–30 мин в зависимости от температуры $T_{\text{окр}}$ °С
4	Габариты, мм	масляный
		топливный
		тосола
		130×120×2, 170×120×4В
		70×240, 55×110, 30×120
		100×220 (в сборе с корпусом)

Пути и методы облегчения пуска холодного ДВС

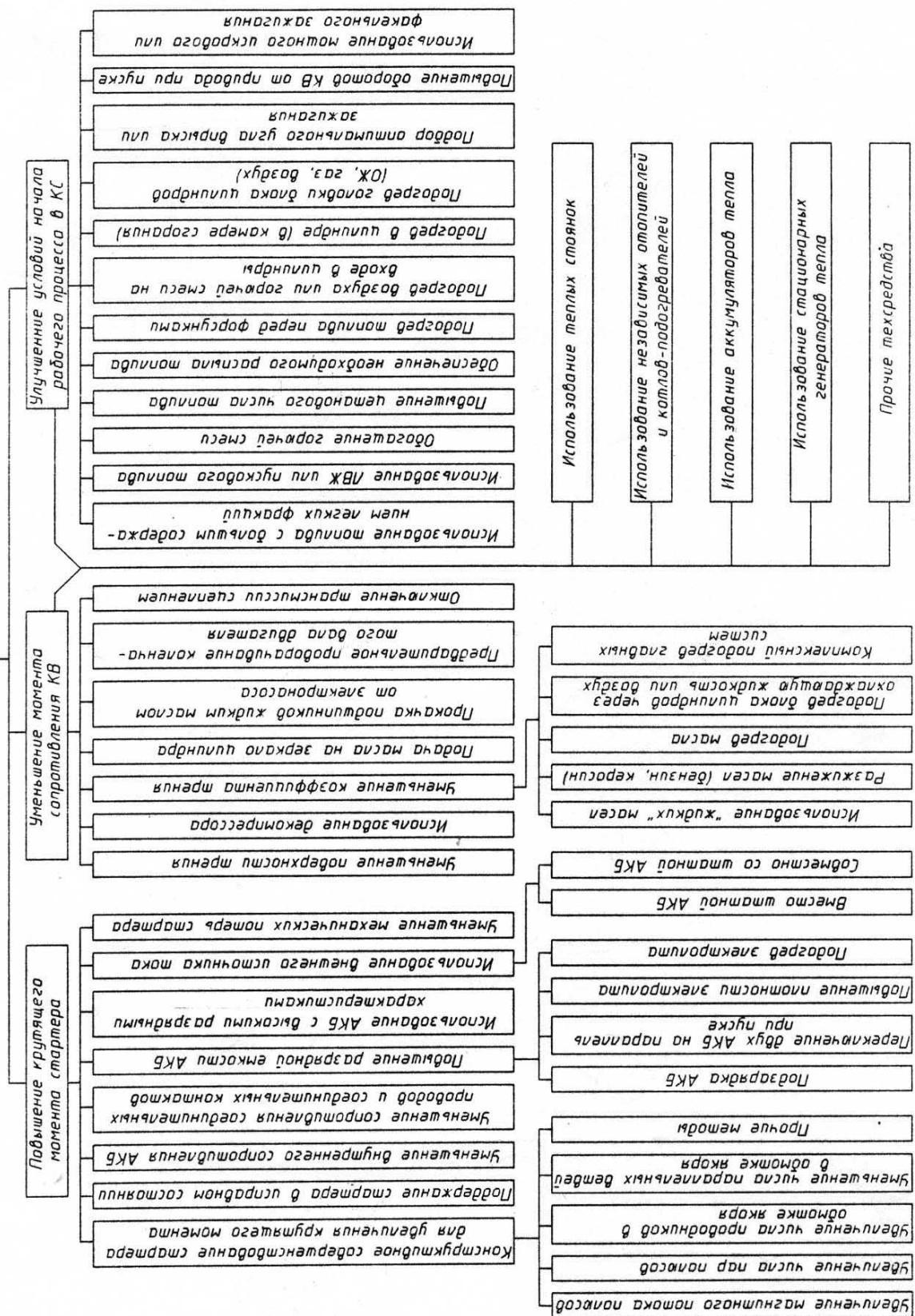


Рис. 1. Классификация путей и методов повышения надежности пуска холодного двигателя

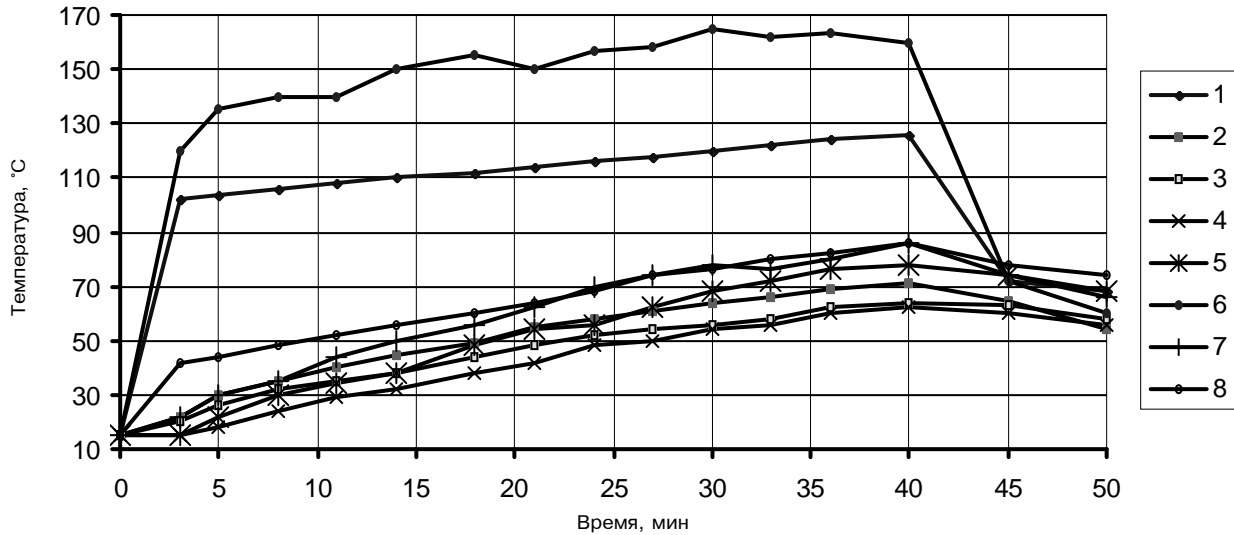


Рис. 2. Динамика прогрева в контрольных точках картера при мощности нагревателя 280 Вт:

- 1 — снаружи под нагревательным элементом (НЭ); 2 — на передней стенке снаружи 20 мм от днища;
 3 — на передней стенке снаружи 34 мм от фланца; 4 — на задней стенке снаружи 60 мм от днища;
 5 — в сливной пробке с выходом 15 мм в масло; 6 — на ленте-спирали НЭ;
 7 — в масле на уровне маслоприемника над НЭ; 8 — в масле над НЭ 40 мм от фланца

На втором этапе испытаний подогревателя МЭН-02 испытания были проведены в составе двигателя ВАЗ-3413 дизель-генератора У-69М, дополнительно оборудованного подогревателем тосола ПОЖ-02МТ и помещенного в климатермобарокамеру КТВ V-8000-IV. Цель испытаний: определение режимов максимальной эффективности использования теплопроизводительности подогревателей МЭН-02 и ПОЖ-02МТ для

обеспечения холодного пуска ДЭА У-69М. Испытания проводились в соответствии с программой У-69М-45ПМ при отрицательных температурах -10 , -15 , -25 °С. Время прогрева было выбрано 30 мин, после чего двигатель запускали от штатной системы электропуска ДГУ. Результаты прогрева моторного масла и охлаждающей жидкости в камере холода при испытаниях ДЭА У-69М приведены на рис. 3.

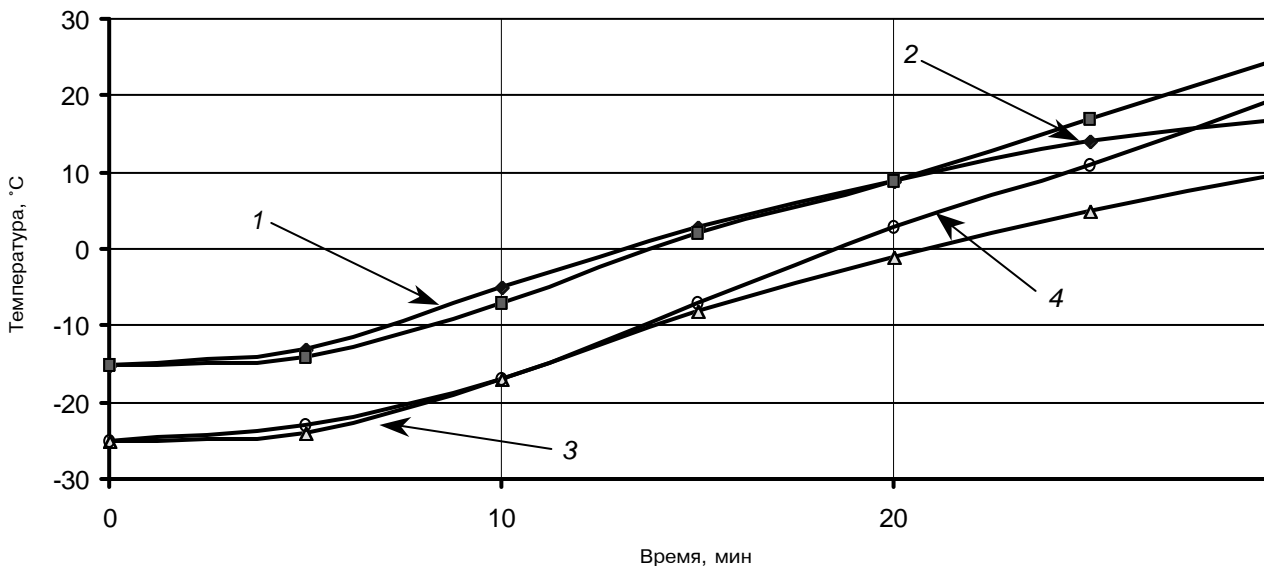


Рис. 3. Динамика прогрева масла и тосола подогревателями МЭН-02 и ПОЖ-02МТ в составе ДГУ-69М в камере холода:

- 1 и 3 — температура ОЖ в головке блока цилиндров при $T_{\text{окр}} -15$ °С и -25 °С;
 2 и 4 — температура масла в картере у сливной пробки при $T_{\text{окр}} -15$ °С и -25 °С

Выводы

1. На основе теории электростартерного пуска разработана классификация путей и методов повышения надежности запуска двигателей в условиях низких отрицательных температур.

2. Разработаны технологии и реализующие их технические средства повышения пусковых качеств ДВС при зимней эксплуатации машин.

3. Применение разработанных технологий и технических средств повышения пусковых качеств дизелей ВАЗ-3413/3434 производства ОАО «Барнаултрансмаш» позволило обеспечить их надежный запуск при температуре от -5 до -25°C .

Литература

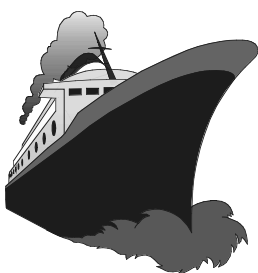
1. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. — М.: Транспорт, 1989.

2. Теория рабочих процессов поршневых и комбинированных двигателей. Под ред. А.С. Орлина. — М.: Машиностроение, 1972.

3. Микулин Ю.В., Карницкий В.В., Энглин Б. А. Пуск холодных двигателей при низкой температуре. — М.: Машиностроение. — 1971. — 214 с.

4. Суранов Г. И. Уменьшение износа автотракторных двигателей при пуске. — М.: Колос. — 1982.

5. Вашуркин И.О. Тепловая подготовка и пуск ДВС мобильных транспортных и строительных машин зимой. — СПб.: Наука. — 2002.



100 лет судомеханическому факультету ФГОУ «Государственная морская академия имени адмирала С.О. Макарова»

28 октября 2005 года федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственная морская академия имени адмирала С.О. Макарова» торжественно завершила юбилейные мероприятия, посвященные 100-летию со дня начала государственной подготовки механиков торгового флота в Санкт-Петербурге. 1905 год можно считать годом основания судомеханического факультета академии.

В начале XX века в связи с интенсивным развитием флота за счет строительства пароходов возникла острая необходимость в массовой подготовке судовых механиков. 13 июня 1905 года император Николай II утвердил «Положение об учебных заведениях для приготовления судовых механиков торгового флота».

1 июля 1905 года в соответствии с «Положением» при Санкт-Петербургском училище дальнего плавания императора Петра I (в котором велась подготовка только судоводителей) было учреждено Училище судовых механиков торгового флота.

Осенью 1905 года было закончено строительство здания для Училища дальнего плавания на 22 линии Васильевского острова, куда в октябре и переехали оба училища: дальнего плавания и судовых механиков.

22 декабря 1907 года Николай II повелел называть оба учебных заведения «Санкт-Петербургские соединенные училища дальнего плавания и механиков торгового флота императора Петра I».

С этой даты и до настоящего времени в том же здании готовятся судовые механики для торгового флота.

С 1944 года училище (а с 1990 года — академия) готовит инженеров-судомехаников, и эта дата считается основанием высшего морского технического образования в России.

За время существования факультет выпустил свыше 5000 инженеров-механиков по очной форме обучения и более 2000 — по заочной. Выпускники успешно трудятся на судах российских и зарубежных судоходных компаний и различных береговых предприятиях отрасли.

Начальник факультета проф. А.С. Пунда