

УДК 621.43

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОГО ПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

Жданов А.Г.

к.т.н., доцент

*Приволжский государственный университет путей сообщения,
Самара, Россия*

Шелухин П.А.

Студент 5 курса

*Приволжский государственный университет путей сообщения,
Самара, Россия*

Крайнов Л.А.

Студент 5 курса

*Приволжский государственный университет путей сообщения,
Самара, Россия*

Аннотация: В статье рассматривается проблема эксплуатации техники, оснащенной автономными двигателями большой мощности, к которым относятся прежде всего дизельные двигатели внутреннего сгорания (ДВС), при низких температурах окружающей среды в условиях Крайнего Севера и Арктической зоны РФ. Рассмотрены возможные методы, средства и устройства по обеспечению и облегчению запуска двигателей внутреннего сгорания транспортных машин при отрицательных температурах окружающего воздуха. Предложено решения проблемы запуска основного ДВС путем применения вспомогательного двигателя с объединенными системами обеспечения работоспособности двигателей.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, дизель, запуск ДВС, условия, низкая температура, устройства, средства облегчения пуска.

***ENSURING RELIABLE STARTING OF INTERNAL COMBUSTION
ENGINES IN LOW TEMPERATURE CONDITIONS***

Zhdanov A.G.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Volga State University of Railway Transport,

Samara, Russia

Shelukhin P.A.

5th year student

Volga State University of Railway Transport,

Samara, Russia

Krainov L.A.

5th year student

Volga State University of Railway Transport,

Samara, Russia

Abstract: This article examines the problem of operating vehicles equipped with high-power independent engines, primarily diesel internal combustion engines (ICEs), at low ambient temperatures in the Far North and Arctic regions of the Russian Federation. Possible methods, means, and devices for ensuring and facilitating the starting of ICEs in transport vehicles at subzero ambient temperatures are discussed. A solution to the problem of starting the main ICE is proposed by using an auxiliary engine with integrated engine support systems.

Keywords: internal combustion engine, diesel, ICE starting, conditions, low temperature, devices, starting aids.

Российским правительством разработана программа стратегического планирования, определяющая меры, а также этапы и ожидаемые результаты реализации этих мер, направленных на выполнение основных задач в сфере

обеспечения национальной безопасности Российской Федерации в Арктической зоне на период до 2035 [1].

Реализация мер по освоению Арктики является актуальной задачей и требует применения как военной, так и гражданской техники, для выполнения различных задач по её развитию и освоению, оснащенной автономными двигателями большой мощности, к которым относятся прежде всего дизельные двигатели внутреннего сгорания (ДВС).

Эффективность работы автомобилей и специальных машин в условиях сурового климата во многом определяется их приспособленностью к данным условиям [2, 3].

Одной из основных проблем при эксплуатации транспортных машин в условиях низких отрицательных температур является обеспечение надежного пуска холодного двигателя после межсменной стоянки техники в неотапливаемых помещениях и на открытых площадках [2].

Целью работы является анализ существующих способов и устройств для надежного запуска дизельных ДВС в условиях низких температур и разработка предложений по их совершенствованию использованию.

В условиях Арктики интенсивная эксплуатация дизельных двигателей автомобилей в зимний период года при температурах окружающего воздуха от минус 45 до -65 °С осуществляется преимущественно непрерывно в течение 50 – 60 суток. При этом около 12 часов в сутки они работают на холостом ходу. Эксплуатация двигателя с охлаждением наддувочного воздуха на режимах холостого хода и при малых нагрузках негативно влияет на условия протекания рабочего процесса [4].

При работе на холостом ходу особенно дизельные ДВС не выходят на нормальный температурный режим, что способствует образованию смол и отложению нагара, приводящему к повышенному расходу топлива, залеганию поршневых колец, коррозии и нагарообразованию.

Проблема предпусковой подготовки ДВС мобильных машин в условиях отрицательных температур широко известна и достаточно глубоко изучена. Ею занимались и занимаются многие отечественные и зарубежные ученые.

Решение проблемы пуска дизеля при низкой температуре окружающего воздуха ведется по следующим направлениям:

- совершенствование процессов наполнения и смесеобразования, воспламенения и сгорания дизеля путем оптимизации конструктивных и регулировочных параметров;
- использование средств облегчения вращения коленчатого вала;
- применение вспомогательных средств облегчения воспламенения топлива и повышения температуры двигателя [5, 6].

Эти направления реализуются различными способами и средствами. Так, необходимая пусковая частота вращения коленчатого вала двигателя может достигаться за счет снижения сопротивления прокручиванию и увеличения мощности пусковой системы, как за счет применения декомпрессионных устройств, так и за счет снижения вязкости моторного масла или применения присадок к маслам, снижающих коэффициент трения.

Облегчение воспламенения горючей смеси возможно за счет использования различных средств и способов, ее подготавливающих, либо за счет внесения конструктивных мер. Для подготовки горючей смеси широкое применение находят устройства для подогрева воздушного заряда (электрофакельные подогреватели (ЭФУ), свечи накаливания), присадки к топливу, облегчающие его воспламенение, легковоспламеняющиеся жидкости. Свечи накаливания и ЭФУ, как правило, применяют для дизелей с небольшим рабочим объемом и при температурах окружающего воздуха до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Применение пусковых жидкостей позволяет осуществлять пуск холодного двигателя при температуре окружающей среды до минус $48\text{ }^{\circ}\text{C}$, вместе с тем они не нашли широкого применения в нашей стране прежде всего из-за дефицита

жидкостей, а также при необходимости соблюдения мер безопасности при их хранении и применении [6].

Кроме разработки традиционных мероприятий, для улучшения условий пуска дизелей, совершенствования их пусковых устройств, существует возможность осуществления ряда конструктивных мер, предназначенных для облегчения пуска дизелей при низких температурах.

Улучшение пусковых качеств двигателей путем внесения конструктивных изменений является возможным и перспективным направлением, но вместе с тем существующие решения требуют доработки, и их внедрение возможно лишь на стадии проектирования двигателя [5, 6].

Перспективным направлением в разработке систем предпусковой тепловой подготовки являются устройства, использующие в качестве источника энергии тепловые аккумуляторы, утилизирующие вторичные энергоресурсы (теплоту отработавших газов, охлаждающей жидкости ДВС) [5, 6, 7].

Анализ вопроса по обеспечению надежного запуска и функционирования ДВС в условиях низких температур показывает, что среди многообразия известных методов и средств облегчения пуска холодных двигателей проблема эксплуатации транспортных и специальных машин с ДВС в качестве силовой установки в условиях отрицательных температур воздуха еще не нашла своего оптимального решения.

«Комплексная научная систематизация их и всесторонняя оценка эффективности применения до настоящего времени еще не приведены к уровню научно обоснованных теоретических положений. В литературе также не встречается всесторонне обоснованных критериев, характеризующих уровень достаточности предпусковой подготовки холодных двигателей в условиях низких отрицательных температур окружающей среды» [8].

Концепция повышения пусковых и эксплуатационных качеств двигателей в зимний период должна заключаться в обеспечении комплексной тепловой

подготовки двигателя к пуску, т.е. подогрев его основных функциональных систем: смазки, питания, охлаждения и коренных подшипников [9, 10].

Наиболее перспективным решением проблемы надежного пуска двигателя жидкостного охлаждения является применение электрических подогревателей масла, охлаждающей жидкости, топлива. Они обеспечивают повышение температурного режима двигателя к моменту запуска и облегчают пуск. Пусковые качества двигателей воздушного охлаждения также можно повысить подогревом картерного масла, топлива и поступающего в цилиндры воздуха [8].

Однако, даже комплексный подход по применению подогревателей рабочих сред двигателя не может обеспечить надёжный запуск при низких температурах. Аккумуляторные батареи не воспринимают зарядный ток уже при температуре минус 30 °С, а пусковой ток их снижается на 20...30%. Питание от аккумулятора электрических источников подогрева масла, охлаждающей жидкости, топлива, также ведут к разрядке ДВС и уменьшению вероятности пуска ДВС в работу.

Среди известных способов запуска двигателей: – пуск электрическим стартером; – пуск инерционным стартером; – пневматический пуск; – пуск вспомогательным двигателем; – пиротехнический пуск и т.п. можно выделить способ, который комплексно решает проблемы эффективного запуска и функционирования ДВС за счет снижения величины пусковых износов в низкотемпературных условиях эксплуатации, – это пуск вспомогательным двигателем. Мощность известных пусковых ДВС (ПД-8, ПД-10 и др.) составляет не более 8...10% эффективной мощности основного ДВС.

Необходимым использованием вспомогательного двигателя должно быть совпадение систем смазки, охлаждения и питания топливом, а также длительность работы и низкий удельный расход топлива (четырёхтактный двигатель).

Объединение систем двигателей (топливо-воздушной, системы смазки с забором масла от основного двигателя, с пропуском через масляную систему вспомогательного ДВС и нагнетанием разогретого масла в главную масляную

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

магистраль основного ДВС, системы охлаждения замкнутой с расширительным бачком) и использование электроэнергии, вырабатываемой генератором вспомогательного ДВС для питания электроподогревателей рабочих сред основных систем основного двигателя (ленточный подогреватель моторного масла МЭН-02, свечи накаливания и т.п.)

Теплота отработанных газов вспомогательного ДВС также используется для прогрева картерного масла.

При очень низких температурах окружающей среды (минус 40...60 °С), вспомогательный двигатель работает непрерывно, при неработающем основном ДВС. При низких температурах (минус 20...40 °С) можно использовать систему автоматического отключения и запуска вспомогательного двигателя при опускании температуры ниже настраиваемого параметра.

Использование вспомогательного (пускового) четырехтактного дизеля с жидкостной системой охлаждения в дизельных двигателях и условиях низких температур позволит:

- производить гарантированный запуск основного дизельного двигателя без значительных пусковых износов и сохранением его ресурса;
- не использовать дополнительных устройств, обеспечивающих облегчение запуска дизельного ДВС (подогреватели, ЭФУ, тепловые аккумуляторы энергии, АКБ повышенной емкости и пусковым током, стартеры с повышенным крутящим моментом, пусковые жидкости и т.п.);
- обеспечить комфортные условия труда водителей на рабочем месте;
- снизить трудоемкость работ по запуску ДВС.

Библиографический список

1. Указ президента РФ № 645 от 26.10.2025 года. О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечении национальной безопасности до 2035 года.

2. Тышкевич Л.Н. Математическое описание процесса тепловых процессов двигателя внутреннего сгорания при эксплуатации автомобилей в суровых климатических условиях // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2016. - №7. - С. 94-97.
3. Вашуркин, И.О. Тепловая подготовка и пуск ДВС мобильных транспортных и строительных машин зимой / И.О. Вашуркин. – С-Петербург, «Наука», 2002. – 145 с.
4. Гуляев В.П., Александров Н.П., Климов С.М. Надежность дизельных двигателей внутреннего сгорания в условиях Крайнего Севера // Достижения науки и техники АПК. - 2016. - Т.30. №11. - С. 113-117.
5. Суранов Г.И. Предпусковая подготовка двигателя зимой //Автомобильный транспорт. - 1987. - № 3. - С. 28-31.
6. Дружинин П.В., Коричев А.А., Косенков И.А., Юрчик Е.Ю. Предпусковая подготовка двигателей внутреннего сгорания при технической эксплуатации транспортных машин //Технико-технологические проблемы сервиса. – 2009. - №4(10). - С. 6-16.
7. Каданцев С.Н. Пути снижения экономических показателей автомобильного транспорта / С.Н. Каданцев, А.Г. Абросимов // Наука и Образование. - 2020. – Т. 3. – № 2. - С. 11-14.
8. Робустов В.В. Системный анализ факторов влияния на успех пуска ДВС в условиях низких отрицательных температур. // Омский научный вестник. - 2006. - №3(36). - С.100-104.
9. Жданов А.Г. Особенности эксплуатации и улучшения пусковых качеств двигателей внутреннего сгорания в зимний период. /А.Г.Жданов, Н.В. Назарова //Материалы 3-й Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта», 6-7 дек.2006г. [Текст]. – Самара: СамГАПС, 2006. С.134-138.

10. Патент РФ № 2514798 Устройство для облегчения пуска двигателя внутреннего сгорания МПК F02N 19/04, F01M 5/02 /Жданов А.Г., Малышев В.П., заявка № 2012102953 от 27.01.2012; опубл. 10.05.2014. Бюл. №13.