

Пути повышения эффективности эксплуатации автотракторных дизелей в условиях низких температур

Евгений Александрович Потапов¹, Игорь Юрьевич Тюрин², Алексей Анатольевич Мартюшев³, Дмитрий Александрович Вахрамеев³, Николай Дмитриевич Давыдов³

¹АО «Ижевский электромеханический завод «Купол», Удмуртская республика, г. Ижевск, Россия

²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

³ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», Удмуртская республика, г. Ижевск, Россия

e-mail: agroingener.ep@yandex.ru

Аннотация: Выбор и соблюдение правильных эксплуатационных режимов в данных условиях позволит существенно снизить расход горюче-смазочных материалов, увеличить ресурс двигателей и улучшить условия труда обслуживающего персонала. В работе выделены основные направления по улучшению эксплуатационных характеристик дизелей, связанные с обеспечением гарантированного процесса пуска, снижением времени подготовки к принятию нагрузки и обеспечением оптимального теплового режима в процессе работы двигателя. Приведено обоснование необходимости применения средств предпусковой тепловой подготовки дизельных двигателей. В качестве такого средства предлагается использовать тепловой аккумулятор, как энергоэффективное и энергосберегающее оборудование.

Ключевые слова: дизель; компрессия; топливовоздушная смесь; температура; процесс пуска.

Для цитирования: Потапов Е.А., Тюрин И.Ю., Мартюшев А.А., Вахрамеев Д.А., Давыдов Н.Д. Пути повышения эффективности эксплуатации автотракторных дизелей в условиях низких температур // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 112–114. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i9pp112-114>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Ways to improve the efficiency of operation of automotive diesel engines at low temperatures

Evgeny A. Potapov¹, Igor Yu. Tyurin², Alexey A. Martyushev³, Dmitry A. Vakhrameev³, Nikolay D. Davydov³

¹AO "Izhevsk Electromechanical Plant "Kupol", Udmurt Republic, Izhevsk, Russia

² Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

³FGBOU VO «Izhevsk State Agricultural Academy», Udmurt Republic, Izhevsk, Russia

e-mail: agroingener.ep@yandex.ru

Abstract. The choice and observance of the correct operating conditions in these conditions will significantly reduce the consumption of fuel and lubricants, increase the life of engines and improve the working conditions of service personnel. The paper highlights the main directions for improving the operational characteristics of diesel engines associated with ensuring a guaranteed start-up process, reducing the preparation time for the acceptance of the pre-start load and ensuring optimal thermal conditions during engine operation. The justification of the need for the use of pre-start thermal preparation of diesel engines is given. As such, it is proposed to use a thermal accumulator as an energy-efficient and energy-saving equipment.

Keywords: diesel; compression; fuel-air mixture; temperature; start-up process.

For citation: Potapov E. A., Tyurin I. Yu., Martyushev A. A., Vakhrameev D. A., Davydov N. D. Ways to improve the efficiency of operation of automotive diesel engines at low temperatures. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(9): 112–114. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i9pp112-114>.

Введение. Основная часть всей автотракторной сельскохозяйственной техники оснащена дизельными двигателями. Поэтому процессу эксплуатации машинно-тракторного парка в зимний период года должно уделяться особое внимание, что на сегодняшний день встречается достаточно редко.

Цель исследования – определение теплового режима дизельного двигателя в процессе пуска, прогрева и последующей работы, обеспечивающего эффективный процесс эксплуатации автотракторных дизелей без наддува.

Методика исследований. Сразу после пуска дизеля для его подготовки к принятию стартовой нагрузки необходимо провести подогрев до такой температуры, при которой сводятся к минимуму износ деталей, расход горюче-смазочных материалов и токсичность отработавших газов.

Результаты исследований. Согласно проведенным ранее исследованиям процесса прогрева дизеля Д-243 получены следующие данные (табл. 1).

Анализ экспериментальных данных, указанных в табл. 1, показывает, что интенсивность прогрева двигателя на первоначальном этапе достаточно низкая ввиду большой тепловой инерции деталей, охлаждающей жидкости и моторного масла. По мере возрастания средней температуры рабочего процесса двигателя и прогрева материала деталей и технических жидкостей дизеля интенсивность прироста температуры двигателя в единицу времени возрастает и достигает наибольшего значения в диапазоне температуры прогрева округленно от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. При температуре двигателя выше $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ интенсивность его прогрева на холостом ходу уменьшается по мере роста его температуры. Максимальная температура дизеля Д-243 в процессе прогрева на холостых оборотах при температуре окружающей среды $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ не превышает $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким образом, при применении средств предпусковой тепловой подготовки и



Результаты экспериментальных исследований процесса прогрева дизельного двигателя Д-243

Время прогрева, мин	Температура двигателя	Температура отработанных газов	Содержание СО	Содержание NO	Содержание NO ₂	Содержание NOx	Коэффициент избытка воздуха
0	-10	–	–	–	–	–	–
1	-8,8	–	–	–	–	–	–
2	-6,9	–	–	–	–	–	–
3	-4,4	67	1796	40	60	97	6,3
4	0,5	67	1510	35	59	94	7,03
5	6,5	68	1362	29	58	88	7,57
6	9,5	68	1230	29	57	86	7,76
7	13,2	69	1266	26	56	82	8,32
8	16,0	70	1161	26	55	81	8,40
9	20,5	70	1067	26	54	80	8,48
10	24,1	71	1159	25	48	73	8,67
11	26,5	73	1149	25	46	71	8,68
12	28,1	73	1014	24	50	74	8,72
13	31	73	1012	24	52	76	8,80
14	33	74	976	23	53	76	9,26
15	34,5	74	950	23	54	77	9,30
16	35,3	76	909	22	54	76	9,40
17	37,1	76	888	22	54	76	9,40

обеспечении предстартовой температуры двигателя 5 °С оптимальное время прогрева после пуска согласно проведенным экспериментальным исследованиям не должно превышать 5 мин. Далее необходимо плавно начинать движение на низшей передаче с целью прогрева узлов трансмиссии перед принятием максимальных рабочих нагрузок.

Увеличение нагрузки приводит к более быстрому повышению температуры охлаждающей жидкости двигателя. Это позволяет значительно сократить время работы на низком тепловом режиме. Прогрев с нагрузкой позволяет снизить расход топлива. Так, при прогреве на 1 °С охлаждающей жидкости на холостом ходу расход топлива в 1,45 раза выше, чем при прогреве под нагрузкой [1]. При прогреве с нагрузкой техника может выполнять полезную работу (например, переезжать к месту работы). Прогрев под нагрузкой рекомендуется продолжать до достижения температуры охлаждающей жидкости до 60 °С.

Рабочий тепловой режим двигателя значительно зависит от температуры окружающей среды. При различных температурах меняется интенсивность теплообмена наружных поверхностей силового агрегата с атмосферой, а также изменяется температура воздушного заряда и топлива, поступающего в цилиндры (табл. 2).

Согласно данным табл. 3 [5], при понижении температуры окружающей среды необходимо увеличивать рабочую температуру двигателя.

Обеспечить представленную вариацию теплового режима дизеля во всем диапазоне достаточно сложно [2–3, 10–12]. Самым простым и энергоэффективным решением в условиях эксплуатации при низких температурах окружающей среды является простое утепление моторного отсека. Это позволит существенно снизить тепловые потери в окружающую среду. В дополнение к утеплению моторного отсека рекомендуется утеплять непосредственно масляный картер двигателя, а также устанавливать в систему охлаждения термостат с более высокой температурой срабатывания. Стоит отметить, что в настоящее время группа аспирантов и преподавателей ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» занимаются теоретическими исследованиями и практической разработкой устройств по подогреву топлива двигателей. Применение подобных устройств приведет к значительному увеличению температуры топливо-воздушной смеси, улучшению качества ее смесеобразования и процесса горения [1, 7–9].

Заключение. Таким образом, для обеспечения эффективной эксплуатации автотракторных дизелей (без наддува) в условиях низких температур путем обеспечения минимального расхода горюче-смазочных материалов, снижения износа деталей, узлов и уменьшения токсичности отработавших газов необходимо применение устройств предпусковой тепловой подготовки, устройств подогрева топлива и воздуха, поступающих в цилиндры двигателя в процессе работы, а также средств уменьшения теплообмена с окружающей средой.

Таблица 2

Рекомендуемый тепловой режим двигателя Д-243 при различных температурах окружающего воздуха

Температура воздуха, °С	25...20	20...10	0...–10	–10...–20	–20...–30	–30...–40
Температура двигателя, °С	60...65	65...75	80...90	90...100	100...110	110...120



1. Вахрамеев Д. А., Волкова А. И., Владимиров С. В. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя Д-243 // Динамика механических систем: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти профессора А.К. Юлдашева. Казань, 2021. С. 165–171.
2. Денисов Р. В., Петухов М. Ю. Перспективы использования автономных предпусковых подогревателей в условиях ужесточающихся экологических требований к двигателям автомобилей // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика: матер. науч.-практ. конф. в 2 т. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. Т. 2. С. 120–126.
3. Каллимуллин Р. Ф. Эффективность предпускового подогрева автомобильного двигателя // Вестник сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2015. № 1 (41). С. 11–16.
4. Ловцов И. А., Козликин В. И. Применение современных инженерных решений в методах предпускового подогрева автомобильных двигателей // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016): сб. статей VIII Междунар. науч.-техн. конф. 2016. С. 236–239.
5. Надршин Т. К., Ширков А. С., Кононов С. А. Зимняя эксплуатация тракторов. Пермь, 1974.
6. Неговора, А. В., Рязанов М. М., Шерстнев Н. А. Повышение эффективности работы жидкостного предпускового подогревателя // Технологии реновации машин и оборудования: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. в рамках XI Промышленного салона и специализированных выставок «Промэкспо, станки и инструмент», «Сварка, контроль, диагностика». 2016. С. 184–188.
7. Обоснование выбора методов предпусковой тепловой подготовки для разных типов двигателей внутреннего сгорания / Е. А. Потапов [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. Ижевск, 2021. С. 161–166.
8. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя для запуска в зависимости от температуры окружающей среды / Е. А. Потапов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. Казань, 2021. Т. 16. № 4 (64). С. 53–58.
9. Особенности теплового расчета дизельного двигателя в процессе пуска / А. А. Мартюшев [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ижевск, 2021. С. 159–165.
10. Шакиров Р. Р., Вахрамеев Д. А. Определение оптимальных параметров регулирования по нагрузке в переходных процессах // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 4 (18). С. 125–126.
11. Khaliullin F., Pikhullin G., Aladashvili J., Vakhrameev D., Potapov E. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings // IOP conference series : Earth and environmental science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials. 2021. 012042.
12. Khaliullin F., Shaikhutdinov R., Shakirov R., Ivanov A. Taking into account construction parameters of crankshaft when evaluating characteristics of its equivalent torsion scheme // Engineering for Rural Development. 19. Ser. «19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings». 2020. P. 1108–1114.

REFERENCES

1. Vakhrameev D. A., Volkova A. I., Vladimirov S. V. Optimization of methods and parameters of pre-start thermal preparation of the D-243 engine. *Dynamics of mechanical systems*. Kazan, 2021: 165–171. (In Russ.).
2. Denisov R. V., Petukhov M. Yu. Prospects for the use of autonomous preheaters in the conditions of tightening environmental requirements for car engines. *Ecology and scientific and technical progress*. 2014; 2: 120–126. (In Russ.).
3. Kallimullin R. F. Efficiency of pre-heating of an automobile engine. *Bulletin of the Siberian State Automobile and Road Academy*. 2015; 1 (41): 11–16. (In Russ.).
4. Lovtsov I. A., Kozlikin V. I. Application of modern engineering solutions in methods of preheating of automobile engines. *Modern automotive materials and technologies (SAMIT-2016)*. 2016: 236–239. (In Russ.).
5. Nadrshin T. K., Shirkov A. S., Kononov S. A. Winter operation of tractors. Perm, 1974. (In Russ.).
6. Negora, A. V., Ryazanov M. M., Sherstnev N. A. Increasing the efficiency of the liquid preheater. *Renovation technologies for machinery and equipment*. 2016: 184–188. (In Russ.).
7. Justification of the choice of methods of pre-launch thermal preparation for different types of internal combustion engines / E. A. Potapov et al. *Development of engineering education and its role in the technical modernization of the agro-industrial complex*. Izhevsk, 2021: 161–166. (In Russ.).
8. Optimization of methods and parameters of pre-launch thermal preparation of the engine for starting depending on the ambient temperature / E. A. Potapov et al. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2021; 16; 4 (64): 53–58. (In Russ.).
9. Features of the thermal calculation of a diesel engine during start-up / A. A. Martuyushev et al. *Development of production and the role of agroengineering science in the modern world*. Izhevsk, 2021: 159–165. (In Russ.).
10. Shakirov R. R., Vakhrameev D. A. Determination of optimal control parameters for load in transient processes. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2010; 5: 4 (18): 125–126. (In Russ.).
11. Khaliullin F., Pikhullin G., Aladashvili J., Vakhrameev D., Potapov E. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings. *IOP conference series: Earth and environmental science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials*. 2021: 012042.
12. Khaliullin F., Shaikhutdinov R., Shakirov R., Ivanov A. Taking into account construction parameters of crankshaft when evaluating characteristics of its equivalent torsion scheme. *Engineering for Rural Development*. 19. Ser. “19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings”. 2020: 1108–1114.

Статья поступила в редакцию 22.06.2022; одобрена после рецензирования 12.07.2022; принята к публикации 15.07.2022.

The article was submitted 22.06.2022; approved after reviewing 12.07.2022; accepted for publication 15.07.2022.

