

цессах их технического обслуживания и ремонта / Кривцов С.Н., Зедгенизов В.Г. // Вестник ИрГТУ №4, 2017. С. 176–187.

2. Шатров М.Г. Автомобильные двигатели / М.Г. Шатров, И.В. Алексеев, К.А. Морозов и др.; под ред. М.Г. Шатрова. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 464 с.

3. Колчин А.И., Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М: Машиностроение, 2008. – 276 с.

УДК 629.3.015

**Домнышев Д.А.**, кандидат технических наук, доцент;  
**Тихоновский В.В.**, кандидат технических наук, доцент;  
**Курносоев А.Ф.**, кандидат технических наук, доцент;  
**Долгушин А.А.**, доктор технических наук, доцент;  
**Сацкевич Н.Е.**, аспирант; **Бультроков И.В.**, магистрант;  
**Домнышева В.В.**, аспирант; **Епишев Р.Е.**, студент;  
**Иванов Л.В.**, студент

*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,  
г. Новосибирски, Российская Федерация*

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОГО ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ПРЕДПУСКОВОГО ПОДОГРЕВАТЕЛЯ 18ЖД24**

***Аннотация.** В изложенном материале статьи рассмотрен способ обеспечения надежного запуска двигателя грузового автомобиля КамАЗ 65115 при низких температурах при использовании теплоты отработавших газов штатного предпускового подогревателя 18ЖД24. Представленный в результатах анализ позволил установить, что предпусковые свойства при низких температурах эксплуатации дизельного двигателя автомобиля КамАЗ 65115 улучшились за счет сокращения времени подготовки без изменения конструкции штатного картера системы смазки при подаче отработанных газов предпускового подогревателя через маслозаливную горловину и отвод их через канал сброса давления системы смазки. Это*

*позволило сократить время работы штатного предпускового обогревателя до достижения необходимой минимальной температуры на 24 %, а также увеличить температуру масла в картере системы смазки на 64 % в сравнении с температурой, достигаемой при использовании предпускового подогревателя в штатном режиме работы.*

Автомобильные транспортные средства, предназначенные для условий эксплуатации в Российской Федерации, должны сохранять свою работоспособность во всём диапазоне температур окружающей среды, ограниченном только предельными значениями рабочих температур по ГОСТ 15150 для существующего климатического исполнения [5]. При этом в соответствии с пунктом 4.2.2.1 предельная температура надежного пуска двигателя при использовании специальных средств его облегчения и систем предпускового подогрева должна быть не более минус 60 °С для холодных климатических районов, умеренно холодных климатических – районов минус 45 °С, а время подготовки двигателя к принятию нагрузки при предельной температуре надежного пуска составлять от 45 до 36 минут в аналогичных климатических районах.

В грузовых автомобилях КамАЗ 65115 и других модификации при температурном режиме ниже минус 15°С возникает проблема запуска двигателя [3]. Для этого заводом изготовителем штатно устанавливается предпусковой подогреватель, например, 18ЖД24. Подогреватель предназначен для предпускового разогрева двигателя внутреннего сгорания с жидкостной системой охлаждения, а также автоматического поддержания оптимального теплового режима двигателя и интенсификации системы отопления кабины. Источником тепла являются газы, полученные от сгорания топливной смеси в камере сгорания. Горячие газы, двигаясь между ребрами внутри теплообменника, нагревают его, а охлаждающая жидкость, которая омывает теплообменник с наружной стороны, нагревается и уносит это тепло в систему охлаждения. Отработанные газы выбрасываются в атмосферу через специальный патрубок.

При снижении температуры окружающей среды ниже отметки минус 25 °С предпусковой подготовки системы охлаждения бывает

недостаточно, так как система охлаждения разогревается с помощью предпускового подогревателя, а система смазки не получает никакого теплового воздействия и остается практически с неизменной температурой. Коленчатый вал в своих постелях зафиксирован вкладышами и тончайшей пленкой масла, которая в свою очередь при снижении его температуры меняет вязкость и увеличивает сопротивление проворачиванию стартером. Следовательно, существует необходимость предпусковой подготовки не только системы охлаждения, но и системы смазки. В связи с этим с целью работы является разработка комплекса мер по предпусковому разогреву системы смазки двигателя за счет теплоты отработанных газов штатного предпускового подогревателя.

Существуют различные различные технические решения, обеспечивающие предпусковой подогрев моторного масла двигателя внутреннего сгорания (RU 21369905, 11.08.1998. RU 2140010, 19.05.1998. RU 2006598 С1, 30.01.94. US 1751859 А, 25.03.30. US 4815431 А, 28.03.89.). Технической задачей предлагаемых решений является использование предпускового для подогрева моторного масла тепловой энергии от различных источников. В качестве теплоносителя используется тепловая энергия отработавших газов жидкостных подогревателей, тепловая энергия охлаждающей жидкости, электрическая энергия и т.д. [4]. Однако в представленных вариантах недостаточно эффективно используется тепловая энергия, так как нагрев масла осуществляется теплоносителем через металлическую стенку, на что дополнительно затрачивается тепловая энергия и увеличивается время нагрева.

Первым этапом исследований было исследование теплового потенциала выхлопных газов штатного предпускового подогревателя 18ЖД24 [1,2], установленного на автомобиль КамАЗ 65115, а также определение времени нагрева системы охлаждения для обеспечения пуска при низких температурах окружающей среды. Для этого автомобиль КамАЗ 65115 был помещен на открытую стоянку после чего при низких температурах эксплуатации находился без тепловой подготовки более 48 часов. Далее предпусковым подогревателем 18ЖД24 осуществлялась подготовка двигателя к запуску и определялось время его работы до момента достижения необходимой температуры. При помощи тепловизионного снимка определяли температуру системы

охлаждения и системы выпуска отработанных газов подогревателя, а также обрабатывались термограммы полученных снимков.

В ходе предварительного эксперимента было установлено, что при температуре окружающей минус 30 °С время предпусковой подготовки охлаждающе жидкости до плюс 40 °С (рисунок 1) составляет 33 минуты, а температура выхлопных газов равнялась в среднем плюс 150–200 °С.

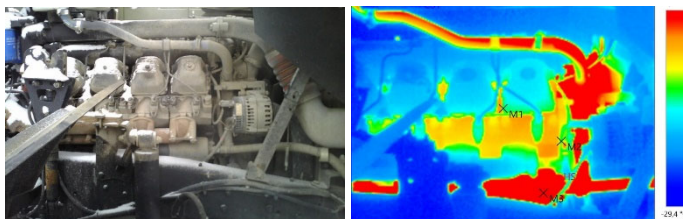


Рисунок 1 – Тепловизионный снимок интенсивности нагрева системы охлаждения при помощи предпускового нагревателя 18ЖД24

Однако, при замере температуры моторного масла его температура все так же была около минус 29 °С (рисунок 2). Так же было замечено, что запуск двигателя был осуществлен не с первой попытки, так как возникали трудности при его прокручивании стартером.

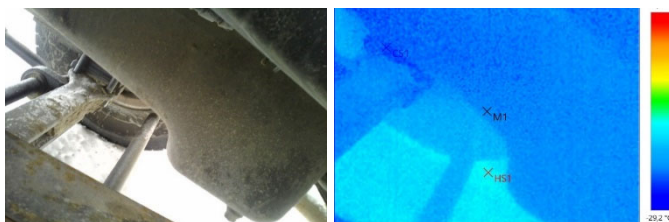


Рисунок 2 – Тепловизионный снимок картера системы смазки двигателя КамАЗ 65115

Для подогрева системы смазки параллельно с системой охлаждения предложено устройство для предпускового подогрева моторного масла (патент № RU2009145397/22U), однако нами предложена схема без изменения конструкции штатного картера системы смазки, а подача отработанных газов через маслосливную горловину и отвод их через канал сброса давления системы смазки.

Предложенная схема работает следующим образом: в крышке маслозаливной горловины установлена быстросъемная муфта для подвода отработанных газов от штатного предпускового нагревателя 18ЖД24. Далее проводили активацию нагревателя и установка времени нагрева до минимально необходимой. Отработанные газы устремляются через масляные каналы в картер системы смазки, нагревая тем самым поверхность моторного масла и элементы кривошипно-шатунного механизма, а также стенки блока и постели коренных вкладышей.

По результатам исследований отмечено, что при работе предпускового нагревателя при подаче отработанных газов в систему смазки при температуре окружающей минус 30 °С время предпусковой подготовки охлаждающе жидкости до плюс 40 °С составило 25 минут. При этом при замере температуры поддона картера системы смазки температура его стенок в среднем равнялась минус 10 °С, а также при запуске автомобиля не возникало никаких трудностей при прокручивании стартером двигателя.

Подведя итог исследования, можно сделать вывод, что тепловой потенциал штатного предпускового подогревателя 18ЖД24 автомобиля КамАЗ 65115 используется не в полном объеме. Отвод выхлопных газов осуществляется в атмосферу с их высокой температурой, что дает возможность их дополнительного использования к примеру, для разогрева системы смазки двигателя. Для этого через специальную трубу предложено подвести в малозаливную горловину отработанные газы от предпускового подогревателя, а их отвод осуществляется через канал сброса давления системы смазки. При использовании современного телевизионного оборудования и программного обеспечения по обработке термограмм удалось установить, что общее время нагрева системы охлаждения совместно с предложенным методом позволило сократить время работы штатного предпускового обогревателя до достижения минимальной температуры с 33 до 25 минут. Так же одним из положительных эффектов можно считать разогрев масла в картере с минус 29 °С до минус 10 °С, что в целом обеспечивает надежный запуск двигателя автомобиля при низких температурах эксплуатации.

#### Список использованных источников

1. Курносов А.Ф. Рекуперация теплоты отработавших газов двигателя автомобиля / Долгушин А.А., Воронин Д.М., Гуськов Ю.А., // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 8. С. 87–90.

2. Айснер Н.С. Анализ способов предпускового подогрева двигателей внутреннего сгорания / Гулевич Д.В., Курносов А.Ф. // В сборнике: Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования. Материалы VIII региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной 80-летию НГАУ-НСХИ. Новосибирский государственный аграрный университет. 2016. С. 163–166.

3. Курносов А.Ф. Анализ способов интенсификации послепускового прогрева автотракторных двигателей / Долгушин А.А., // В сборнике: Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования. Материалы VIII региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной 80-летию НГАУ-НСХИ. Новосибирский государственный аграрный университет. 2016. С. 197–201.

4. Пат. № RU 92477 U1 РФ, МПК F01M 5/02(2006.01). Устройство для предпускового подогрева моторного масла двигателей внутреннего сгорания / Иванов Виктор Иванович, Дзюбин Денис Вячеславович, Чебоксаров Алексей Николаевич; № 2015107608/11; заявл. 2009145397/22, 2009.12.07; опубл. 20.03.2010.

5. ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

**Abstract.** In the presented material of the article, a method is considered to ensure reliable engine start of the KAMAZ 65115 truck at low temperatures when using the heat of the exhaust gases of the standard preheater 18ZHD24. The analysis presented in the results allowed us to establish that the pre-launch properties at low operating temperatures of the KAMAZ 65115 diesel engine improved by reducing the preparation time without changing the design of the standard crankcase of the lubrication system when the exhaust gases of the pre-heater are fed through the oil filler neck and their discharge through the pressure relief channel of the lubrication system. This made it possible to shorten the operating time of the standard pre-heater to reach the required minimum temperature by 24 %, as well as to increase the oil temperature in the crankcase of the lubrication system by 64 % compared to the temperature reached when using the pre-heater in normal operation.

УДК 621.77.04

**Толочко Н.К.**, доктор физико-математических наук, профессор,  
**Авраменко П.В.**, кандидат технических наук, доцент,

**Кравцов В.Б.**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск. Республика Беларусь*

## **ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ОСНАСТКИ С ПОМОЩЬЮ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

***Аннотация.** Обсуждены особенности аддитивного изготовления металлических деталей машин и формообразующей оснастки. Рассмотрены основные направления деятельности БГАТУ по применению аддитивной технологии листового ламинирования при производстве сельхозтехники.*

В последние годы в машиностроении получают все более широкое распространение аддитивные технологии (АМ-технологии – от англ. Additive Manufacturing). Их применяют при создании различных деталей машин. При этом с их помощью изготавливают как готовые детали, так и формообразующую оснастку, которую затем используют для получения деталей обычными способами.

Особый практический интерес представляют такие АМ-технологии, которые позволяют создавать и готовые детали, и формообразующую оснастку непосредственно из металлов. На сегодняшний день известно всего лишь два типа таких АМ-технологий, несмотря на их большое разнообразие в целом. Это – металлорошковые (Metal Powder, MP) АМ-технологии (MP-АМ-технологии) и технологии листового ламинирования (Sheet Lamination, SL), основанные на использовании листовых металлов (Metal, M) в качестве исходных заготовок (MSL-АМ-технологии).

В начале 2022 г. в России, а также в Беларуси возросло внимание к использованию АМ-технологий как к одному из возможных путей решения проблем, вызванных санкционной политикой США, стран Евросоюза и ряда других стран и связанных с ограничениями зарубежных поставок комплектующих деталей для производства