

УДК 629.331:629.3.014

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НЕЗАВИСИМО ОТ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

А. В. Неговора, д. т. н., проф., М. М. Разяпов, к. т. н. / Башкирский государственный аграрный университет
П. Г. Курдин / Набережночелнинский институт Казанского федерального университета
Ю. К. Филиппов, В. А. Токарев / Региональный институт передовых технологий и бизнеса

ВВЕДЕНИЕ

Обязательным условием эффективного использования автомобилей в любых температурных условиях независимо от климатической зоны их эксплуатации является наличие обязательных для производителей нормативных требований, касающихся как конструктивных особенностей, так и правил эксплуатации техники, предназначенных для потребителей. Анализ действующих нормативных документов показал, что в настоящее время они устарели и во многом не соответствуют текущим требованиям, что приводит к увеличению количества отказов автомобилей и другим негативным последствиям их эксплуатации.

Изучение мирового опыта организации тепловой подготовки к запуску и приёму нагрузки позволило выделить три идеологии её применения: зарубежную, автомобильную и тракторную.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Принципиальная позиция нормативных требований за рубежом — обеспечение максимального снижения вредных выбросов в отработавших газах (ОГ) и минимизации пусковых износов в режиме прогрева двигателя после запуска как наиболее вредоносном режиме по концентрации вредных выбросов в ОГ и максимальных пусковых износов. Положительный эффект достигается предварительным прогревом охлаждающей жидкости (ОЖ) двигателя до температуры 70 °С (оптимальная температура ОЖ перед началом движения и интенсивность износа пары «поршень — гильза» при температуре ОЖ 40 °С в восемь раз интенсивнее, чем при 70 °С) [1]. При этом

подогреватель автоматически должен включаться при температуре окружающей среды ниже 0... –5 °С. Такую схему работы обеспечивал подогреватель распылительного типа.

Ужесточение в начале девяностых годов прошлого столетия требований к экологичности и законодательное запрещение стоянок автомобиля с работающим двигателем повлекло за собой необходимость оснащения подогревателями, которые бы обеспечивали длительное поддержание теплового состояния при неработающем двигателе. Данную функцию эффективно выполнять могут только подогреватели испарительного типа, следовательно, современный подогреватель — это подогреватель испарительного типа, и он должен быть единственным и автономным источником тепловой энергии на автомобиле, обеспечивающим функции подогрева двигателя и длительного поддержания его теплового состояния на стоянках. Вопрос обеспечения оптимальной вязкости масла в зарубежной практике не рассматривается, так как используемые сорта всесезонных масел имеют широкий температурный диапазон, а условия эксплуатации в части температуры более мягкие, при этом хорошо развита инфраструктура (утеплённые стоянки и пр.).

ОПЫТ АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Принципиальная позиция: обеспечение в максимальные сроки запуска двигателя для безопасного восприятия нагрузки. Такие понятия, как пусковые износы и экологичность выхлопа, в нормативных документах автомобильной отрасли не описаны

до настоящего времени, что указывает на отсутствие внимания к указанным проблемам. Что касается требований по тепловой подготовке к началу принятия нагрузки других агрегатов и систем, то они тоже отсутствуют. Аналогичная идеология наблюдается и на ведущем российском автомобильном заводе ПАО «КамАЗ», за исключением одного: термин «экологичность выхлопа» и система нейтрализации выхлопных газов в РЭ появились в 2011 году, когда автомобили стали комплектоваться такими системами. Несмотря на требования п. 4.1.11 ГОСТ Р 50992–96, где указано, что «все автомобили должны быть рассчитаны на безгаражное хранение», обязательное комплектование автомобилей КамАЗ подогревателями не предусмотрено, исключение составляют лишь автомобили для министерства обороны (устаревший подогреватель распылительного типа с ручным управлением ПЖД-30).

Запуск двигателя производился с помощью ЭФУ и прогревом ОЖ до 40 °С, после чего разрешалось начало движения автомобиля. Подогреватель в составе автомобилей КамАЗ появился в 2000 году, после начала выпуска автомобилей экологического класса «Евро». Это требование обусловлено необходимостью предварительного подогрева ОЖ двигателя до 70 °С с целью снижения вредных выбросов в ОГ. Как ни парадоксально, но, дополнив конструкцию автомобиля современным подогревателем, производители оставили неизменной температуру ОЖ, при которой разрешается начало движения, — те же 40 °С!

Изменения и усложнения конструкции автомобилей потребовали переоценки конструкции, алгоритма управления и стратегии применения подогревателей, но это осталось незамеченным разработчиками нормативной документации и конструкторами. Поэтому ранее разработанные нормативные документы, действующие в настоящее время (ГОСТ Р 54120–2010, ГОСТ Р 53833–2010), отражают технический уровень девяностых годов прошлого столетия, и, как следствие, в руководствах по эксплуатации всех автомобилей КамАЗ, включая самые последние, записано: «...пусковой подогреватель предназначен для пускового подогрева ОЖ при температуре окружающей среды до –45 °С». То есть принципиальная позиция специалистов НАМИ и конструкторов НТЦ КамАЗа: только предпусковой подогрев двигателя. Самое парадоксальное, что конструкции подогревателей, которыми КамАЗ комплектует свои автомобили (14ТС-10 ООО «АДВЕРС» с 2004 года и 16ЖД-24 ОАО «Элтра-Термо» с 2013 года), обеспечивают выполнение многих функций по тепловой подготовке агрегатов и систем, в том числе и в межсменное

время. И трагизм ситуации в том, что конструкторы и разработчики нормативных документов не хотят или не могут понять, что потребители вынуждены использовать при эксплуатации. Как и в зарубежной практике, сформулированное потребителями требование обеспечения оптимальной вязкости моторного и трансмиссионного масла при запуске двигателя и в начале движения в действующих российских нормативных документах даже не упоминалось. Есть только некорректное указание о применении смазывающих масел согласно разработанным химмотологическим картам.

ОПЫТ ТРАКТОРНОЙ ОТРАСЛИ

Анализ нормативной базы по производству и эксплуатации сельскохозяйственной и строительной техники показывает, что уровень проработки нормативных требований к конструкции и идеологии применения подогревателей существенно выше, чем в автомобильной отрасли. Это можно объяснить наличием в конструкции тракторов и спецтехники развитых гидравлических систем, что ранее отсутствовало у автомобилей. Здесь в качестве базовых описаны режимы предпускового подогрева двигателя с обязательным подогревом масла выхлопными газами подогревателя, предпусковой подогрев трансмиссии, поддержание теплового состояния двигателя и агрегатов трансмиссии в межсменное время и обеспечение водителю комфортных условий в кабине, есть указания об обязательной минимизации пусковых износов.

Главное — в документации говорится, что «наиболее распространённым индивидуальным источником тепловой энергии является подогреватель, работающий за счёт сжигания жидкого топлива». К сожалению, широкого распространения эта идеология не получила, так как подогревателя, который мог бы обеспечить выполнение заданных функций, автомобильная промышленность ранее не изготавливала, а подобного производства в указанных отраслях нет и в настоящее время.

На сегодняшний день конструкции автомобилей, тракторов и различной специализированной техники примерно одинаковы по своей сложности и наличию гидравлических и других систем, восприимчивых к отрицательным температурам. На удивление парадоксальная ситуация: смежные отрасли (автомобильная, тракторная и строительная) и схожесть выпускаемой продукции подразумевают одинаковые требования к её обслуживанию и эксплуатации, но в действительности наблюдаются почти диаметрально противоположные концепции реализации тепловой подготовки техники.

Так что делать в этой ситуации? Выход один — подготовка и внедрение технического регламента по данному комплексу проблем с утверждением на федеральном уровне. Именно технического регламента, так как времена, когда строго соблюдались ГОСТы, давно прошли.

На наш взгляд, необходимо закрепить понятие комплексной тепловой подготовки двигателей и агрегатов автомобилей к запуску, приёму нагрузки и эксплуатации в условиях низких температур независимо от климатической зоны их эксплуатации, которое включало бы в себя все мероприятия по привлечению средств и способов, позволяющих повысить готовность и надёжность автомобилей в условиях низких температур, приблизив их к нормальным условиям эксплуатации. Эти требования должны распространяться не только на двигатель и штатные агрегаты, но и на навесные агрегаты и встроенные системы. Обращаем внимание читателей на важное уточнение — «независимо от климатической зоны их эксплуатации», так как сам процесс запуска двигателя отличается от географии исполнения только трудоёмкостью в зависимости от внешних температурных условий. Конечно, все эти требования должны относиться к автотранспортным машинам, автотракторной технике, строительным и специальным машинам, то есть ко всему комплексу современных транспортно-технологических машин.

При разработке технического регламента работу необходимо вести в трёх взаимосвязанных направлениях:

I. Формирование стратегии обеспечения комплексной тепловой подготовки.

II. Разработка средств и методов, обеспечивающих эту подготовку.

III. Обеспечение оптимальной вязкости моторного и трансмиссионного масел в эксплуатации независимо от температуры внешней среды.

I. Формирование стратегии обеспечения комплексной тепловой подготовки

Комплексная тепловая подготовка обеспечивает работоспособность всех агрегатов и систем автотракторной техники при принятии нагрузки в условиях низких температур. В этой связи нормативная документация должна охватывать все сферы её использования и затрагивать следующие мероприятия:

1. Тепловую подготовку двигателя к запуску и приёму нагрузки с обязательным сокращением количества вредных примесей в отработавших газах и минимизацией пусковых износов в режиме прогрева двигателя.

2. Тепловую подготовку агрегатов трансмиссии и навесных агрегатов к приёму нагрузки.

3. Тепловую подготовку гидросилителя рулевого управления перед началом движения и — для некоторых видов техники — в процессе движения.

4. Длительное поддержание заданного теплового состояния неработающего двигателя, системы нейтрализации отработавших газов, кабины и других отдельных агрегатов в межсменное время.

5. Режим догрева — поддержание оптимального температурного режима ОЖ работающего двигателя в случае её снижения ниже 55 °С.

Основой идеологии исполнения КТП должны стать разработки учёных и специалистов в строительной и сельскохозяйственной отрасли [6, 7, 8, 9]. Для обеспечения комплексной тепловой подготовки необходимы источники тепловой энергии, позволяющие провести эту подготовку без ущерба для обогреваемого агрегата и с наименьшими затратами времени. Для максимального удовлетворения современных требований к тепловой подготовке при разработке новых конструкций автономных подогревателей необходимо учитывать ряд факторов.

II. Источники тепловой энергии для обеспечения КТП

Жидкостный подогреватель испарительного типа должен быть автономным и располагаться на автомобиле. Конструкция и алгоритм управления подогревателя должны обеспечить необходимую и достаточную тепловую мощность для предпускового подогрева охлаждающей жидкости двигателя (до 70 °С) в установленное ГОСТом время (30 минут при температуре до -45 °С и 45 минут при температуре ниже -46 °С), а также отдельных агрегатов согласно установленным заводом-изготовителем значениям.

Минимальная температура, при которой можно нагружать какой-либо агрегат автомобиля, должна быть обоснована теоретическим путём и подтверждена экспериментально для разных марок используемых рабочих жидкостей. Например, согласно нашим исследованиям [1, 2], минимальная температура коробки передач ZF 16S 1820, при которой обеспечивается её надёжная работа, должна составлять не ниже -8 °С при заливке рекомендованного заводом-изготовителем масла, а при использовании специального масла норматив сдвигается до -20 °С.

Для обеспечения экономичного потребления энергии аккумуляторной батареи при автоматическом поддержании заданной температуры охлаждающей жидкости, навесных агрегатов, кабины и пр. на длительных стоянках или в межсменное время

требуется плавная регулировка режимов работы подогревателя. Уменьшение потребляемой мощности может быть реализовано за счёт пропорционального снижения производительности циркуляционного насоса подогревателя в переходных режимах.

Согласно техническим характеристикам самого массово выпускаемого в настоящее время подогревателя («АДВЕРС», серия ТС), производимая им тепловая мощность составляет 15,5 кВт (полный режим), 9 кВт (средний режим) и 4 кВт (малый режим). Потребляемая же им мощность составляет 132 Вт в полном режиме, 101 Вт в среднем режиме, 77 Вт в малом режиме и 47 Вт в режиме остывания. Видно, что снижение тепловой мощности подогревателя 14ТС-10 с максимальной до минимальной уменьшает потребление энергии в 1,7 раза, что позволяет обеспечить необходимую продолжительность работы подогревателя. Если при этом пропорционально снизить производительность электронасоса в переходных режимах, то потребление энергии аккумулятора можно уменьшить в 3,67 раза.

С этой же целью желательно предусмотреть автономный подогреватель с режимом малой тепловой мощности, независимый от системы охлаждения двигателя, предназначенный для обеспечения функционала небольших потребителей, например только кабины, бака системы нейтрализации выбросов или определённого агрегата, размещённого на автомобиле.

Подключение системы управления подогревателем к системе самодиагностики автомобиля позволит автоматически сигнализировать водителю, что двигатель готов к запуску, и гарантированно обеспечит минимизацию вредных выбросов и пусковых износов.

Необходимо более широко использовать выхлопные газы подогревателя в качестве источника тепла для обогрева масла в картере двигателя и коробки передач как при предпусковом подогреве, так и при длительном поддержании их заданного теплового состояния.

Представляется перспективным применение стационарных или ручных генераторов горячих газов типа воздушного обогревателя «ТЕРММИКС-15» для предпусковой тепловой подготовки труднодоступных или имеющих температурные ограничения агрегатов и систем, например для подогрева картера ведущего моста, раздаточной коробки, гидроусилителя руля, узлов тормозной системы, аккумуляторной батареи, топливного фильтра и т. д. Обогревателем можно обеспечить предпусковой подогрев блока цилиндров двигателей с воздушным охлаждением. Такой обогреватель должен обеспечить температуру горячих газов на выходе из жаровой трубы

обогревателя не выше 200 °С и отсутствие выбросов открытого пламени за пределы жаровой трубы обогревателя. Наиболее приемлемая конструкция — это подогреватели серии «Бинар», ТС и АПЖ тепловой мощностью от 5 до 30 кВт производства ООО «АДВЕРС».

III. Обеспечение оптимальной вязкости моторного и трансмиссионного масел независимо от температуры внешней среды

Это наиболее актуальная проблема при эксплуатации техники не только в холодной климатической зоне, но и в зоне умеренного климата из-за краткосрочных резких понижений температуры, как это было, например, зимой 2015–2016 годов. Одна из основных проблем, возникающих в подобных случаях, — это недостаточная подача смазывающей жидкости к поверхностям трения из-за повышения её вязкости. Подогреватель, который греет только охлаждающую жидкость двигателя, не может обеспечить требуемую вязкость масла.

Предложение заводов-изготовителей использовать масла согласно химмотологической карте в российских климатических условиях некорректно. Это связано с тем, что до внедрения мероприятий по повышению технического уровня выпускаемых автомобилей масла менялись сезонно, допускалось разжижение моторных масел бензином, трансмиссионного — керосином, применение паяльной лампы и невыключение двигателя. В настоящее время из-за изменения качества масла и конструкции агрегатов замену масла проводят в зависимости от пробега, который редко совпадает со сменой сезона. Например, на заводе двигатель заправляется маслом с вязкостью по SAE 15W и нижним температурным пределом -17°C , а коробка передач — маслом с вязкостью по SAE 80W и нижним температурным пределом -26°C . При замене масла его марку выбирают исходя из условий эксплуатации, которые в большей мере соответствуют средней полосе России, но возможны периоды, когда температура воздуха опускается ниже -35°C . Суммарно таких «неожиданных» перепадов температуры в год может быть от 11 до 23 дней в разные годы [4]. В таких случаях при заправке автомобиля несоответствующим химмотологической карте маслом необходимо применять средства тепловой подготовки, потому что подогреватель по своей конструкции может греть только ОЖ двигателя, проблему подогрева масла решить даже теоретически он не в состоянии.

Локальный подогрев масляного поддона не решает проблему, так как масло не теплопроводно и для объёмного прогрева необходимо обеспечить

его перемешивание. Попытки обеспечивать это механическим перемешиванием непосредственно в масляном картере двигателя или установкой в картере двигателя специальных теплоносителей и применение ультразвуковых излучателей положительного эффекта не дали. Решение нашли, используя фальшподдон и эффект термосифонной циркуляции, то есть обеспечили объёмный подогрев масла, а конвекционный процесс обеспечил его перемешивание [5]. В качестве теплоносителя использовались выхлопные газы подогревателя. Подобные решения предлагались для тракторных дизелей [9], есть примеры применения этого способа в автомобильной промышленности: подогреватель ПЖД-30, у которого выхлопные газы направлялись на масляный картер, что создавало локальный подогрев масла, приводило его к преждевременному старению и не обеспечивало объёмный прогрев масла. Похожие решения реализованы на автомобилях ГАЗ-3308 «Садко», «Тигр-М» и др.

Реализация указанного способа возможна только при использовании специального фальшподдона, форма которого оптимизирует распределение теплового потока, поступающего к масляному картеру. Подогрев обеспечивается выхлопными газами подогревателя, которые подаются в пространство между фальшподдоном и штатным картером, при этом нагретое от боковых стенок масло поднимается вверх и замещается холодным маслом, а конвекционный процесс обеспечивает его перемешивание. Реализация данного метода на автомобиле КамАЗ позволила при температуре окружающего воздуха -30°C прогреть моторное масло выхлопными газами штатного подогревателя мощностью 10 кВт до 9°C за 18 минут, а до 25°C — за 30 минут.

Так как в базовом исполнении температура горячих газов на выходе из воздушного обогревателя достигает $500\text{--}700^{\circ}\text{C}$ [3, 5], для его безопасного использования необходимо применить дополнительные устройства снижения температуры горячих

газов в виде эжекторной или парогенераторной насадки на жаровую трубу генератора потока горячих газов.

На рис. 1 представлена схема генератора горячих газов с разработанной нами эжекторной насадкой. Снижение температуры горячих газов обеспечивается за счёт поступления через окна с регулируемым проходным сечением холодного воздуха, увлекаемого движущимся с большой скоростью потоком горячих газов.

Наиболее эффективным способом является снижение температуры горячих газов за счёт добавления водяного пара [3]. Реализуется этот способ путём установки на жаровую трубу генератора специальной парогенераторной насадки, представляющей собой сосуд в виде трубы в трубе. Внешняя стенка трубы малого диаметра и внутренняя стенка трубы большего диаметра образуют сосуд, куда наливается вода, внутри него проходят горячие газы. При работе генератора горячих газов вода испаряется, пар под давлением поступает через дозатор во внутреннюю полость малой трубы и смешивается с горячими газами, не только снижая температуру теплоносителя, но и повышая его теплоёмкость. Схема устройства представлена на рис. 2.

Применение парогенераторной насадки позволяет без снижения тепловой мощности обогревателя уменьшить температуру теплоносителя, что способствует осуществлению эффективной и безопасной тепловой подготовки любых агрегатов современного автомобиля.

Таким образом, доказано, что существуют реальные способы реализации предложенной концепции комплексной тепловой подготовки автотракторной техники. К сожалению, нормативная документация не затрагивает рассмотренные вопросы, что позволяет производителям перекладывать на потребителей решение проблем, возникающих при эксплуатации автомобилей в условиях низких температур. В то же время мероприятия, описанные в настоящей

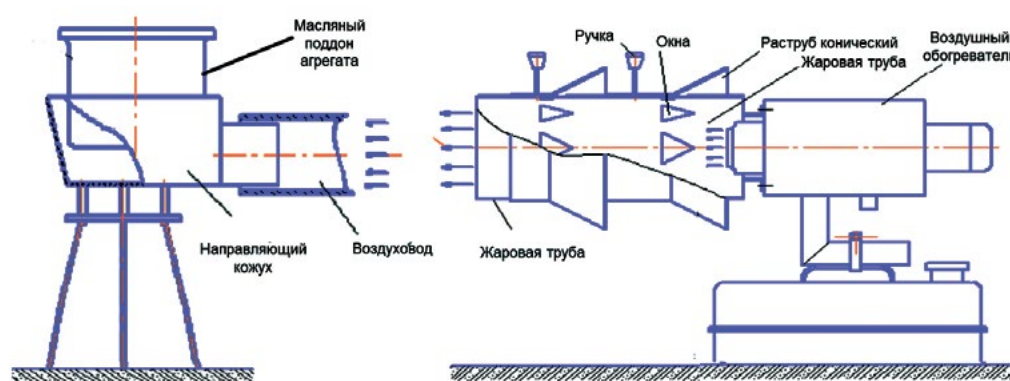


Рисунок 1. Генератор горячих газов «ТЕРММИКС-15Д-24» с эжектором

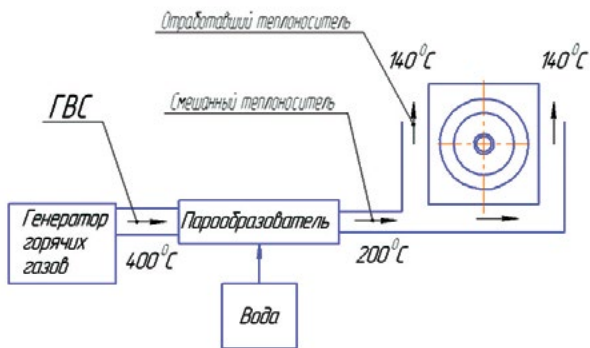


Рисунок 2. Схема парогенератора на базе «ТЕРМИКС-25Д-24»

статье, могут быть внедрены без существенных затрат. Более того, большинство из них уже применяются в эксплуатации, однако из-за отсутствия соответствующей нормативной документации все предложенные разработки носят единичный характер, не систематизированы и не внедрены в базовую комплектацию автомобилей. Введение единообразных требований к комплексной тепловой подготовке автомобилей существенно повысит надёжность функционирования их систем и агрегатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Разяпов М. М. Изучение влияния низких температур на коробку передач автомобиля КамАЗ ZF 16S1820 / М. М. Разяпов, А. Х. Жумагулов // Молодёжная наука и АПК: проблемы и перспективы: сборник. — Уфа: БГАУ, 2014. — С. 29–33.
2. Неговора А. В. Предпусковая подготовка двигателя и агрегатов трансмиссии автомобиля к принятию нагрузки / А. В. Неговора, М. М. Разяпов, Ю. К. Филиппов // Известия Международной академии аграрного образования. — 2012. — Т. 1. — № 14. — С. 266–270.
3. Устройство с электронным управлением для парового обогрева масляного картера двигателя внутреннего сгорания, коробки передач, мостов автомобиля: патент 2478824 / И. И. Габитов, А. В. Неговора, М. М. Разяпов, Д. А. Гусев; заявитель и патентообладатель — ФГОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет». — № 2011114917/06; заявл. 15.04.2011; опублик. 10.04.2013, Бюл. № 10. — 4 с.
4. Габитов И. И. Совершенствование технологий и средств технического сервиса автотракторной и мобильной техники / И. И. Габитов, А. В. Неговора // Перспективы инновационного развития АПК: сборник. — Уфа: БГАУ, 2014. — С. 167–173.
5. Неговора А. В. Совершенствование системы предпусковой подготовки автотракторных дизелей в условиях низких температур / А. В. Неговора, Р. А. Байрамов // Тракторы и сельхозмашины. — 2008. — № 5. — С. 49–50.
6. Неговора А. В. Повышение эффективности работы жидкостного предпускового подогревателя / А. В. Неговора, М. М. Разяпов, Н. А. Шерстнев // Технологии реновации машин и оборудования: матер. науч.-практ. конф. — Уфа: БГАУ, 2016. — С. 184–188.
7. Гусев Д. А. Оптимизация параметров теплоносителя смешанного типа / Д. А. Гусев, М. М. Разяпов // Молодёжная наука и АПК: проблемы и перспективы. — Уфа: БГАУ, 2014. — С. 24–28.
8. Денисов Р. В. Перспективы использования автономных предпусковых подогревателей в условиях ужесточающихся экологических требований к двигателям автомобилей / Р. В. Денисов, М. Ю. Петухов // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика: матер. науч.-практ. конф.: в 2 т. — Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. — Т. 2. — С. 120–126.
9. Денисов Р. В. Создание системы комплексной тепловой подготовки агрегатов спецтехники / Р. В. Денисов, М. Ю. Петухов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. — Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. — С. 82–87.
10. СП 12-104-2002. Механизация строительства. Эксплуатация строительных машин в зимний период. — М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.
11. Крохта Г. М. Пуск тракторных дизелей в условиях Западной Сибири: учебное пособие. — Новосибирск: НГАУ, 2000. — С. 145.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Штатное комплектование автомобилей подогревателями позволит принципиально изменить условия подготовки двигателей, агрегатов и систем к запуску и приёму нагрузки для последующей эффективной эксплуатации независимо от конкретных климатических условий и специфики исполнения. Для этого необходимо переработать и переиздать все имеющиеся нормативные требования. Подобная большая работа требует предварительного диалога компетентных и заинтересованных в решении указанных вопросов специалистов, в котором предлагается поучаствовать всем читателям журнала и заинтересованным журналистам. После обобщения результаты могут быть рассмотрены на отраслевом научно-техническом совете и представлены на федеральный уровень.