

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
Политехнический институт  
Факультет «Автотракторный»

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания и электронные системы автомобилей»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой,

д.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ /В.Е. Лазарев/

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Разработка устройства для обеспечения пуска двигателя в холодных условиях

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–13.03.02.2017.041.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы,

к.т.н., ст. преподаватель

\_\_\_\_\_ /А.С. Мартьянов/

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Автор работы,

студент группы П-410

\_\_\_\_\_ /Ю.Е. Лысенко/

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Нормоконтролер,

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ /Д.В. Астафьев

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## АННОТАЦИЯ

Ю.Е.Лысенко. Разработка устройства для обеспечения пуска двигателя в холодных условиях – Челябинск: ЮУрГУ, АТ, П-410;2017, 47 с.

В выпускной квалификационной работе представлена разработка устройства для облегчения пуска двигателя при низкой температуре. Для достижения поставленной цели выполнен обзор научной и технической литературы, рассмотрены различные способы запуска двигателя при низких температурах, выполнено сравнение разных типов установок, обеспечивающих запуск. На основе имеющихся установок выбран наиболее подходящий тип устройства, реализующего необходимую функцию. В качестве примера реализации устройства была разработана конструкторская документация на электрофакельную установку для грузового автомобиля.

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Устройство для облегчения пуска двигателя при низкой</i>					
<i>Разраб.</i>		<i>Лысенко</i>						<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Мартьянов</i>						<i>Д</i>	5	<b>47</b>
<i>Т. контр.</i>								<i>НИУ ЮУрГУ Кафедра ДВСиЭСА</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Астафьев</i>								
<i>Утв.</i>		<i>Лазарев</i>								

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ.....	8
1.1 Температура окружающей среды.....	8
1.2 Состояние аккумулятора.....	13
1.3 Форсунки .....	13
1.4 Моторное масло .....	14
1.5 Топливо .....	16
2 ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА ДЛЯ ЗАДАННЫХ УСЛОВИЙ .....	18
2.1 Классификация устройств облегчения пуска холодного двигателя.....	24
2.2 Электрические свечи накаливания.....	25
2.3 Электрофакельный подогрев воздуха.....	27
2.4 Предпусковой подогреватель .....	31
3 ЭЛЕКТРОФАКЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО .....	35
3.1 Схема установки электрофакельного устройства на двигатель.....	37
3.2 Обслуживание электрофакельной установки .....	41
Технические характеристики ЭФУ .....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	46
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	47

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ					

## ВВЕДЕНИЕ

Производство двигателей внутреннего сгорания (ДВС) продолжает увеличиваться, так как этот источник энергии обладает высокой топливной экономичностью, достаточно небольшой металлоемкостью, длительным сроком службы, автономностью, простотой, удобством и безопасностью использования.

Применение ДВС во всех сферах народного хозяйства и постоянное увеличение их количества остро ставит вопрос повышения качества двигателей, которое определяется соответствием их требованиям действующего законодательства, а так - же техническим уровнем, определяющим конкурентоспособность.

Транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания и дизель-генераторные установки работают в различных климатических поясах: от крайнего севера до экватора, что требует от энергетических установок множества качеств, обеспечивающих их надежную работу в широком диапазоне температур.

При понижении температуры пуск двигателей затрудняется, время подготовки двигателя к принятию нагрузки возрастает. Причины этого очевидны: уменьшается частота проветривания коленчатого вала двигателя (возрастает момент сопротивления двигателя, снижается емкость аккумуляторных батарей), снижается давление и температура воздуха в конце такта сжатия. Все это приводит к тому, что при некоторой критической температуре пуск двигателя становится невозможным.

В настоящее время проведено множество исследовательских и конструкторских работ, направленных на улучшение пусковых качеств дизелей. Успехи, достигнутые в результате их несомненны. Уменьшено минимальное пусковое число оборотов большинства серийно выпускаемых двигателей, созданы и выпускаются специальные средства облегчения пуска, приспособления для впрыска легковоспламеняющихся жидкостей и так далее.

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		7

# 1 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ

## 1.1 Температура окружающей среды.

Эксплуатация техники, оснащенной дизельными двигателями, при низких температурах сопряжена с большим расходом топлива и тепловой энергии. Это обусловлено тем, что при отрицательных температурах окружающей среды в дизельном топливе образуются кристаллы углеводородов парафинового ряда, которые накапливаются в узких местах штуцеров и топливопроводов, забивая фильтры грубой и тонкой очистки. При этом увеличивается их сопротивление, что приводит, как правило, к разрыву бумажного элемента и работе дизеля на неочищенном топливе. В результате происходит быстрый выход из строя топливного насоса и форсунок, во многом определяющих работоспособность дизеля. Кроме того, при отрицательных температурах затрудняется пуск холодного дизеля.

Для разрушения кристаллических структур углеводородов перед пуском двигателя в зимних условиях используют подогрев топлива. При температуре атмосферного воздуха  $-20\text{ C}$ , на подготовку к пуску дизельного двигателя средней мощности расходуется около  $1100\text{ МДж}$  тепловой энергии.

Температура окружающего воздуха оказывает существенное влияние на протекание физических процессов, связанных с кристаллизацией парафинистых углеводородов, конденсацией и растворением воды в топливе, мощностные, энергетические и экологические характеристики двигателя, надежность и долговечность работы топливной аппаратуры и двигателя в целом.

Изнашивание деталей в минусовых климатических условиях на много выше чем при положительной температуре окружающей среды.

Сложность поддержания оптимального теплового состояния двигателя в зимний период эксплуатации, понижение температуры жидкости в системе охлаждения ведет к снижению температуры подаваемого в цилиндры топливно-воздушного заряда и задержке его самовоспламенения. Уменьшение температуры

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		8



дизелей (до 50%) происходит вследствие нарушения работы топливоподающей системы. Это обусловлено тем, что ее агрегаты располагаются по всей длине трактора и не имеют системы поддержания оптимальной температуры. Часть агрегатов (топливный насос высокого давления, фильтры тонкой и грубой очистки) находятся рядом с двигателем и нагреваются от него, другие (топливный бак, всасывающий топливопровод) расположены на значительном удалении от двигателя и охлаждаются окружающим воздухом.

Температура окружающего воздуха оказывает существенное влияние на протекание физических процессов, связанных с кристаллизацией парафинистых углеводородов, конденсацией и растворением воды в топливе, на характеристики отдельных агрегатов топливной системы, мощностные характеристики двигателя, надежность и долговечность работы топливной аппаратуры и двигателя в целом.

Использование тракторов и автомобилей зимой сопровождается большими потерями рабочего времени, труда и материальных средств на эксплуатацию, обслуживание, ремонт и хранение машин. Особенно заметно возрастают простои и трудозатраты, износ деталей и количество отказов двигателей в период предпусковой подготовки и пуска, продолжительность которого при температуре ниже минус 30°С достигает 10...20% времени рабочей смены и более. При низкой температуре изменяются эксплуатационные свойства топлива и смазочных материалов, создаются неблагоприятные условия для работы топливоподающей аппаратуры и электрооборудования. Увеличивающаяся вязкость топлива и масел затрудняет прокручивание двигателя при пуске и вызывает повышенный износ его деталей.

Эффективность использования тракторов и автомобилей в значительной степени зависит от технического состояния наиболее сложного и дорогостоящего агрегата - двигателя, долговечность и безотказность работы которого определяются климатическими условиями, нагрузочными, скоростными, температурными режимами работы, качеством обслуживания и многими другими факторами. Влияние этих факторов усиливается с понижением температуры окружающей среды. В условиях зимней эксплуатации, особенно в период пуска-

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10





сказывается на том, что увеличивается масса и кинетическая энергия каждой капли, уменьшается суммарная сила их аэродинамического торможения. В результате интенсивность торможения капель уменьшается, и лишь небольшая часть цикловой подачи оказывается взвешенной в объеме факела. Все это приводит к тому, что увеличивается время на прогрев, испарение и воспламенение топлива, и как следствие происходит нарушение процесса горения и повышается жесткость работы двигателя. Пуск двигателя в холодное время года затрудняется еще тем, что температура самовоспламенения дизельного топлива возрастает с понижением давления в камере сгорания. Так, например, если при давлении 30 МПа температура самовоспламенения топлива равна 200 °С, то при давлении 1 МПа она достигает 400 °С.

Зимой особенно трудно пустить двигатели с электростартерами, так как ухудшается работоспособность аккумуляторных батарей. Вязкость электролита увеличивается. Электролит медленно проникает в поры активной массы пластин аккумуляторных элементов, вследствие чего полезная отдача аккумуляторных батарей, особенно при разрядке токами большой силы, например при работе стартера, значительно уменьшается. Эксперименты по пуску двигателя ПД6-150 при различных значениях отрицательных температур (от минус 16 до минус 34 °С) показали, что уже при температуре электролита минус 16°С в аккумуляторах с эксплуатационной степенью заряженности (80% номинальной емкости) пуск подогретого до 60°С двигателя оказался невозможным вследствие малых пусковых оборотов, развиваемых стартером, и значительной потери емкости холодных аккумуляторных батарей.

Отрицательное влияние низких температур на работу двигателя проявляется за счет:

- увеличения вязкости эксплуатационных материалов и в первую очередь дизельного топлива и смазочных материалов;
- снижения испаряемости бензинов;
- кристаллизации воды в бензине и углеводородов в дизельном топливе;

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		12



нагрузках, а при езде проявлять вялость. А все потому, что из-за отложений нарушается тонкость распыления топлива и форма факела, а в крайних случаях форсунка может лить топливо, вместо того, чтобы дробить его наподобие пульверизатора. Чем хуже распылено топливо – тем труднее ему испариться, и в холода это может привести к трудностям с запуском. Форсунки можно очистить: способов много, начиная от экспресс-промывок (добавления в бак специальных жидкостей) и заканчивая наиболее трудоемким вариантом: снятием форсунок и ручной промывкой. При этом нужно не забывать, что промывка форсунок – один из любимейших способов сервисов по решению любых проблем, даже если они никак не связаны с загрязнениями форсунок. Поручите эту процедуру компании, которой доверяете. Двигатели с прямым впрыском бензина и дизели еще больше чувствительны к загрязнениям форсунок. Чтобы отсрочить момент их промывки, используйте качественное топливо: горючки с низким содержанием смол и стабильным химическим составом загрязняют двигатель гораздо меньше.

#### 1.4 Моторное масло

Пусковые свойства моторного масла хорошо характеризуются изменением его вязкости при низких температурах. Моторные масла должны обладать необходимыми вязкостными свойствами в широком диапазоне температур. С понижением температуры усиливается взаимодействие между молекулами масла, т. е. возрастает вязкость. Вязкостно-температурная характеристика в этом случае будет круче. Степень возрастания вязкости с понижением температуры зависит от химического состава масла и содержания в нем вязкостной присадки.

Вязкостно-температурные свойства моторных масел оценивают по значениям вязкости при двух-трех температурах (обычно 0; 50; и 100°C), отношению вязкости при температурах 50 и 100 °C (или по индексу вязкости).

С понижением температуры окружающего воздуха резко возрастает вязкость моторного масла. От вязкости масла зависят его скорость протекания по смазочной системе, вид трения в узлах двигателя и условия работы трущихся пар.

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		14



## 1.5 Топливо

Зимнее дизтопливо используют при отрицательных температурах до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На работу при еще более низких температурах рассчитана арктическая марка дизтоплива. Также летняя, зимняя и арктическая солярки не отличаются друг от друга ни цветом, ни запахом, ни другими характеристиками. Не сходятся они лишь по температуре помутнения.

Это важнейший эксплуатационный параметр дизельного топлива, показывающий температурный предел, при котором начинают кристаллизоваться парафины, содержащиеся в солярке. Топливо действительно мутнеет, становится вязким и малотекучим, как гель, плохо распыливается форсунками, а парафиновые кристаллики оседают в порах топливного фильтра и узких каналах узлов системы питания. Так вот, температура помутнения летней солярки лежит на рубеже 5 градусов мороза. При дальнейшем снижении температуры парафины образуют крупные сгустки и в какой-то момент, определяемый температурой предела фильтруемости, напрочь закупоривают топливный фильтр, парализуя работу двигателя. Эти процессы и обуславливают необходимость переходить на использование зимней солярки, у которой процесс помутнения начинается только с  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Если машина еще заправляется летним горючим, можно заливать в топливные баки специальные антигельные (депрессорные) присадки, они не дают кристалликам парафина образовывать крупные сгустки, закупоривающие фильтр. Таким образом, при правильном использовании присадок дизель и зимой можно эксплуатировать на летней солярке.

Присадку допускается вводить непосредственно в топливный бак, но температура солярки, которая будет залита вслед, должна быть выше  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вводить же присадку в топливо при температурах более низких, чем температура его помутнения, бесполезно: солярку следует сначала разогреть до полного растворения парафинов.

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		16

Так - же вода в дизельном топливе. При первых морозах она, превратившись в ледяные кристаллики, которые ухудшают работу. Топливные фильтры дизелей наделены функцией отстойников воды, и удаление отстоя должно быть обязательной операцией технического обслуживания при подготовке к зимней эксплуатации. Многих антигельных присадок входят поверхностно-активные вещества, которые связывают воду, находящуюся в топливе, не позволяя ей становиться льдом.

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>17</i>

## 2 ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА ДЛЯ ЗАДАННЫХ УСЛОВИЙ

Зимним периодом эксплуатации называется такой период, когда температура окружающего воздуха устанавливается ниже +5С.

Существует много устройств и способов облегчения пуска холодного двигателя. Выбор устройств в каждом конкретном случае определяется конструктивными особенностями двигателя, экономическими факторами и условиями эксплуатации. Данные устройства делятся на:

- действующие в предпусковой период;
- действующие непосредственно в процессе пуска двигателя.

Индивидуальные подогреватели, обеспечивающие предпусковой прогрев двигателя и его систем, электролита аккумуляторной батареи, топлива, моторного масла и др. Предпусковой прогрев обеспечивает не только повышение частоты прокручивания двигателя и улучшение условий воспламенения топлива или топливоздушнoй смеси, но и снижает процесс изнашивания при пуске, сокращает время до начала самостоятельной работы двигателя и уменьшает выбросы вредных веществ в окружающую среду. Поэтому его применение целесообразно при любой низкой температуре окружающего воздуха.

Выпускаемые промышленностью предпусковые подогреватели различаются между собой по виду потребляемой энергии, способу подвода теплоты, циркуляции теплоносителя, теплопроизводительности и др.

В качестве теплоносителя у жидкостных подогревателей используются низкотемпературные жидкости (тосол, антифриз) и вода, причем использование первых предпочтительнее (сокращается время до начала самостоятельной работы двигателя). У воздушных подогревателей в качестве теплоносителя, кроме чистого воздуха, используется смесь воздуха с продуктами сгорания.

Для автомобильных двигателей с жидкостной системой охлаждения серийно выпускаются жидкостные подогреватели, работающие на бензине и на дизельном топливе. Для дизелей с воздушным охлаждением предполагается

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>18</i>

применение газоздушных подогревателей или серийно выпускаемых отопителей различной производительности, работающих на дизельном и бензиновом топливе. В первом случае теплоносителем является смесь воздуха с продуктами сгорания топлива, а во втором – чистый воздух.

Кроме жидкостных подогревателей обычного типа применяются подогреватели пульсирующего типа, которые могут быть как жидкостные, так и воздушные. Опытные образцы таких подогревателей изготавливаются отдельными организациями, но пока не получили в нашей стране широкого распространения.

Для тракторных двигателей водяного охлаждения выпускаются типы подогревателей, учитывающие конструктивные особенности их использования на тракторах.

Определение оптимальной методики предпускового подогрева двигателей показывает, что наиболее целесообразно осуществлять подогрев охлаждающей жидкости и масла не до температур, соответствующих рабочим режимам двигателя, а до температур, обеспечивающих его надежный пуск. Для разных двигателей температурные условия надежного пуска могут быть неодинаковыми, однако они характеризуются моментом сопротивления прокручиванию электростартером и температурой цилиндров или головок блока цилиндров. Оценка пуска большого количества автомобильных двигателей и некоторых тракторных дизелей показывает, что надежный пуск большинства из них может быть обеспечен (не исключается применение устройств, облегчающих воспламенение топлива или смеси). Такая вязкость обеспечивает удовлетворительную прокачиваемость масла через масляную систему двигателя, а температура головок блока цилиндров – достаточное условие (в большинстве случаев) для воспламенения смеси. Подбор подогревателя для конкретного двигателя осуществляется по его тепло-производительности в зависимости от размеров и требований к пуску двигателя при низких температурах.

Эксплуатация машин в холодных условиях затрудняется из-за низких температур воздуха, наличия снежных осадков, сильных ветров и метелей, а также сокращения светлого времени суток. Низкая температура воздуха затрудняет пуск

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>19</i>



двигателя, оказывает отрицательное влияние на работу всех его систем и поддержания нормального теплового режима. Вследствие низких температур окружающего воздуха значительно ухудшается испаряемость бензина и увеличивается плотность воздуха, что приводит к значительному обеднению горючей смеси и плохому ее воспламенению при пуске карбюраторных двигателей. В дизелях вследствие повышения вязкости топлива и снижения температур воздушного заряда в цилиндрах нарушаются условия смесеобразования и ухудшается самовоспламенение дизельного топлива.

Переохлаждение двигателя в процессе его работы приводит к ухудшению смесеобразования и усилению конденсации горючего, в результате чего увеличивается его расход и снижается мощность двигателя. Конденсат горючего смывает масляную пленку со стен цилиндров и разжижает масло в картере, что приводит к резкому нарастанию износа деталей двигателя и сокращению срока его службы. Особенно сильно изнашиваются детали при пуске холодных двигателей.

Повышение вязкости масла при низких температурах воздуха вызывает резкое увеличение сопротивления вращению коленчатого вала, что затрудняет достижение требуемой для пуска двигателя частоты вращения коленчатого вала.

Есть несколько способов обеспечить запуск двигателя в холодных условиях: первый способ - применять масла с низкой вязкостью. Таких масел сегодня в продаже достаточно. Они дадут возможность стартеру развить пусковые обороты при температурах воздуха до  $-25^{\circ}\text{C}$ . Если в вашей местности температуры ниже, причем в течении длительного времени, то целесообразно использовать более "жидкие" масла - класса вязкости SAE 5W-30.

Однако резко возрастает с морозом вязкость масла в двигателе при 30-ти градусном морозе становится чуть ли не твердым. Ясно, двигать детали в таком масле и "прокачать" по магистралям настолько трудно, что стартер при пуске с этим может не справиться.

Если мотор все-таки удастся пустить, вас может подстеречь большая беда - часто, проработав полминуты, мотор заклинивается! Происходит это из-за того,

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

что масло, выброшенное вначале в магистраль маслонасосом, другим из картера не заменяется - под насосом образуется воздушная яма. Вас оповестит об этом лампа нет давления, да и мотор начнет лязгать. Тут-то его и надо немедленно выключить иначе повреждений не миновать.

Но как тому, кого мороз застал врасплох? Ведь и так бывает: надо ехать, а на дворе минус тридцать, и подогреть масло в картере нечем -не будешь же под машиной костер разводить - она, чай своя не дядина!

Слить и подогреть тоже не выйдет - масло-то почти как вакса. В подобных случаях мы поступали так. В какой-нибудь емкости нагревали литр-поллитра масла до 90-120С, затем заливали его в двигатель (в дополнение к имеющемуся) плюс туда же - бензин. И сразу весь этот коктейль смешивали стартером. После мотор, как правило, пускался без проблем, при чем контрольная лампа давления не загоралась, не было лязга, повреждений. Даже если переохлажденная часть масла и не смешивалась с вновь залитым, то мотор исправно начинал работать, а потом температура всего объема масла выравнивалась. Не надо опасаться, что превышение уровня масла в двигателе грозит катастрофой - куда хуже пускать его на холодном масле, когда некоторые детали вынуждены работать всухую. Педант может, конечно, после этого на всякий случай слить излишек, я, например, этого не делал - в процессе естественного угара масло все равно выработается. Кому-то подготовка может показаться слишком хлопотной. Но, уверяю, из всех зол от мороза это - меньшее. Еще одна "дедовская хитрость". Оставляя машину на несколько часов, совсем не вредно укрыть двигатель (под капотом) старым ватником, одеялом или чем-нибудь подобным. Даже после стоянки в течении 5 часов при 20- ти градусном морозе мотор под такой шубой на ощупь имел плюсовую температуру. Характеристики вязкости масла с увеличением мороза не линейные - тут каждый новый градус играет все большую роль, и такое утепление здорово помогает при пуске двигателя на морозе. Главное, о чем, надо помнить, - шуба не должна касаться горячих выхлопных патрубков, иначе грозит пожар.

Второй способ - поднять температуру масла, подогревая картер двигателя паяльной лампой, газовой горелкой или любым другим доступным способом

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		21

(конечно, приняв меры пожарной безопасности). Иметь ввиду, что интенсивный нагрев поддона вызывает местный перегрев нижних слоев масла, термическое разрушение присадок. Это тоже приводит к ускорению старению масла. Отведите пламя, пусть время прогрева увеличится, но так будет лучше.

Для нагрева масла таким образом лучше всего пользоваться горелками с инфракрасным излучением (со специальной керамикой).

Третий способ - использование химических средств (аэрозолей), гарантирующих запуск двигателя при низких температурах.

По мнению экспертов, разумнее использовать химические средства (аэрозоли), гарантирующие запуск двигателя при низких температурах целесообразно использовать при температуре ниже -20С. Поскольку эти средства представляют легкоиспаряющиеся жидкости, их воспламенение в цилиндрах может происходить, как показывает опыт, даже при отключенной системе зажигания.

Распыляемые в патрубок воздушного фильтра непосредственно перед пуском, аэрозоли обеспечивают практически мгновенный запуск как бензиновых двигателей, так и дизелей.

Если говорить исключительно о дизелях, которые, как известно, в зимних условиях запустить сложнее, чем бензиновые, то 100% гарантию при -27С дает присадка в топливо "Дизель кальтеншультц". 200-миллилитрового флакона этой присадки хватает на 200 литров топлива. Такого же объема присадки "Дизель адитив" хватает только на 40-60 литров топлива. Зато это не только обеспечивает запуск двигателя при -20С, но и снизит уровень токсичных выхлопов вашего авто.

Четвертый способ - На дизелях устанавливают электрофакельные подогреватели воздуха во впускном трубопроводе, что в сочетании с маловязким моторным маслом позволяет снизить минимальную температуру пуска холодного дизеля на 10-15°С. В электрофакельных подогревателях через электрическую спираль проходит ток небольшой силы, так как она служит только для подогрева,

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		22

испарения и зажигания топлива. Воздух во впускном трубопроводе подогревается за счет теплоты сгорания топливовоздушной смеси.

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>23</i>

## 2.1 Классификация устройств облегчения пуска холодного двигателя

Существуют различные способы и устройства для облегчения пуска холодного двигателя. Эти устройства делятся на действующие в предпусковой период и в процессе пуска двигателя.

К первым относятся подогреватели, обеспечивающие предпусковой прогрев двигателя и его систем, обеспечивающий не только повышение частоты прокручивания двигателя и улучшение условий воспламенения топлива, но и снижение процесса изнашивания при пуске, сокращение времени до начала самостоятельной работы двигателя и уменьшение объема выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Предпусковые подогреватели различаются между собой по виду потребляемой энергии. Для автомобильных двигателей применяются жидкостные подогреватели, работающие на бензине и дизельном топливе, и подогреватели с использованием электрической энергии. Последние имеют ряд преимуществ: высокая надежность, быстроедействие, возможность автоматизации процесса прогрева.

По методу превращения электрической энергии в тепловую различают нагреватели сопротивлений, индукционные, электродные, инфракрасные излучатели и полупроводниковые.

Широкое распространение получили электронагревательные элементы в виде герметичных трубчатых электронагревателей (ТЭН). Однако установка ТЭНов на двигатели не всегда удобна и возможна, поэтому обычно их используют в теплообменнике.

Устройства, облегчающие пуск двигателя и действующие непосредственно в процессе пуска, улучшают условия смесеобразования и воспламенения топлива.

К таким устройствам относятся:

1. свечи накаливания;
2. электрофакельные подогреватели;
3. электрообогреватели топливовоздушной смеси.

								13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					24

## 2.2 Электрические свечи накаливания

Пуск дизелей с отдельными камерами сгорания улучшается при установке в предкамере или вихревой камере свечей накаливания, которые обеспечивают воспламенение впрыскиваемого топлива.

Свечи накаливания бывают:

А. открытого типа

Б. закрытого типа

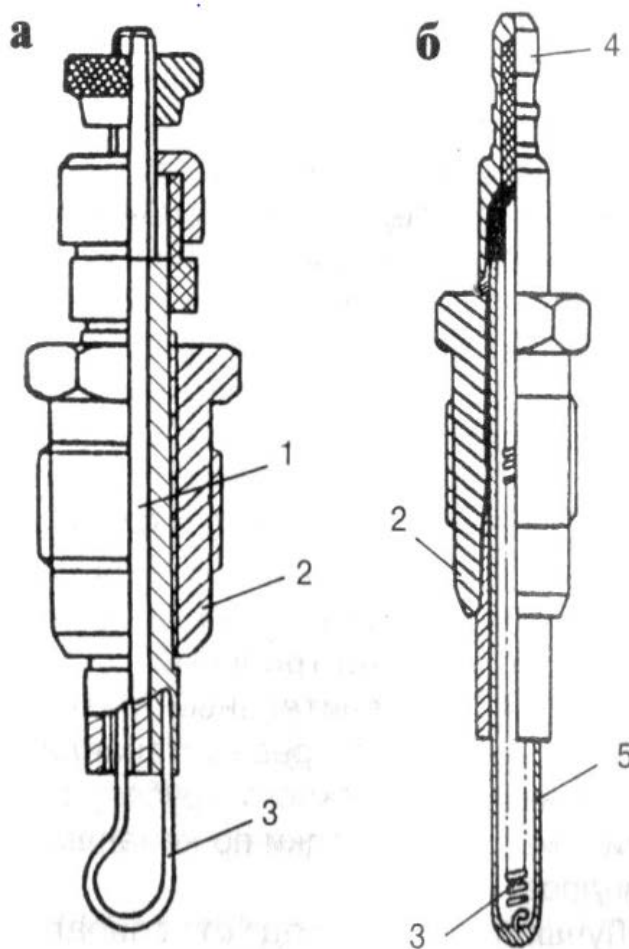


Рисунок 2 - Свечи накаливания

а - с открытым; б - с закрытым нагревательным элементом

1 – центральный электрод; 2 – корпус; 3- спираль; 4 – вывод; 5 - кожух спирали

Свеча накаливания с открытым нагревательным элементом устанавливается в камере сгорания таким образом, чтобы струи распыленного

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ					





Рисунок 2.3 - Свеча накаливания с закрытым нагревательным элементом

### 2.3 Электрофакельный подогрев воздуха

Для обеспечения пуска дизелей с большим объемом применяют электрофакельные подогреватели воздуха и штифтовые свечи. В электрофакельных подогревателях электрическая спираль потребляет ток небольшой силы, так как она служит только для подогрева и воспламенения топлива. Воздух во впускном трубопроводе подогревается за счет теплоты, выделяемой при сгорании топливно-воздушной смеси.



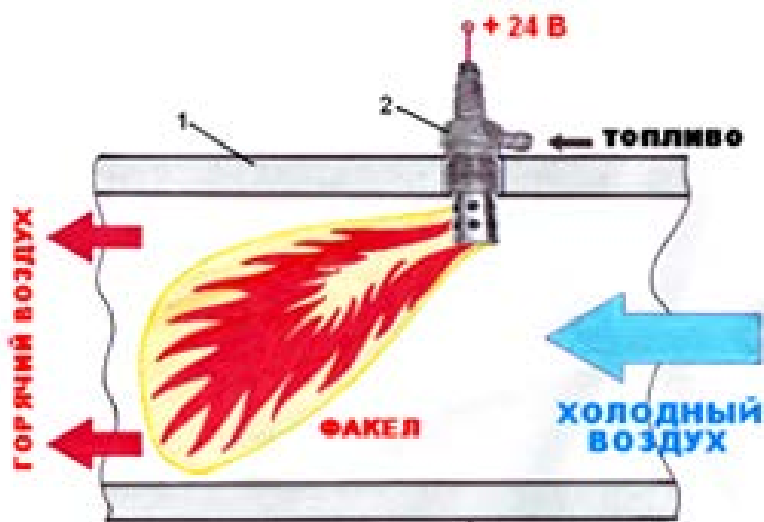


Рисунок 2.4 - Электрофакельное устройство.

1. Впускной коллектор двигателя; 2- Факельная свеча

Электрофакельный подогреватель автомобилей КамАЗ состоит из двух факельных штитовых свечей, электромагнитного топливного клапана, термореле с добавочным резистором, кнопочного выключателя, реле электрофакельного устройства, реле отключения обмотки возбуждения, генератора, контрольной лампы и топливопроводов.

Принцип действия электрофакельного подогревателя основан на подогреве воздуха, поступающего в цилиндры, факелом пламени, образующимся во впускных трубопроводах при испарении и сгорании паров дизельного топлива в период стартерной прокрутки двигателя. В двигателях модели 740 автомобилей КамАЗ-5320, КамАЗ-4310 и Урал-4320 применен аналогичный по конструкции электрофакельный подогреватель

Работа электрофакельного подогревателя обеспечивается специальной электрической схемой пускового устройства, являющейся составной частью электрооборудования автомобиля. Работа электрофакельного подогревателя делится на три этапа: до пуска двигателя, в период его пуска, после пуска.

Для обеспечения надежного воспламенения топлива и создания факела пламени во впускных трубопроводах в период пуска двигателя необходимо



повороте ключа включается обмотка реле, которая переключением своих контактов шунтирует резистор термореле. Нагревательные элементы факельных свечей через кнопку получают полное напряжение аккумуляторных батарей в обход спирали термореле, так как при проворачивании коленчатого вала двигателя стартером напряжение на их выводах снижается.

В период пуска топливоподкачивающий насос низкого давления через открытый электромагнитный клапан подает топливо к предварительно нагретым нагревательным элементам факельных свечей, в которых оно дозируется, испаряется и, смешиваясь с воздухом, воспламеняется. Факел пламени, образуемый движением воздуха, всасываемого двигателем в зоне свечей, обеспечивает прогрев воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, ускоряя воспламенение топлива.

После пуска двигателя освобожденный ключ выключателя под действием пружины возвращается в фиксированное положение; цепь обмотки реле выключается, и его контакты размыкают цепи обмоток тягового реле, выключая при этом стартер. Одновременно размыкается и цепь обмотки реле, и пружина, переключая его контакты, размыкает цепь, обеспечивающую полный накал нагревательных элементов свечей.

При необходимости продолжения работы факельного подогрева после пуска двигателя и возвращения ключа выключателя в фиксированное положение водитель для обеспечения дальнейшей устойчивой работы двигателя имеет возможность некоторое время поддерживать горение факела во впускных трубопроводах, держа включенным кнопочный выключатель.

При отпуске кнопки выключаются термореле и свечи, прекращается подача топлива клапаном и горение сигнальной лампы. Одновременно размыкается цепь обмотки реле и пружина реле, замыкая его контакты, включает обмотку возбуждения генератора, обеспечивая тем самым включение генераторной установки. Электромагнитный подогреватель выключается.

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ				



3. Запрещается включение подогревателя без топлива.
4. Запрещается выключение подогревателя до окончания цикла продувки разрывом цепи электродвигателя вентилятора.
5. При работающем подогревателе запрещается открывать горелку.
6. Открывание горелки допускается только после отключения электропитания подогревателя и окончания цикла продувки, о чем свидетельствует остановка электродвигателей насоса и вентилятора. При закрывании горелки необходимо надежно затянуть гайки на откидных болтах.
7. При частой езде по загрязненным дорогам необходимо регулярно прочищать патрубки поступления воздуха для горения и для выхода отработанных газов. В летнее время систему воздухозабора желательно закрыть.
8. В местах заправки автомобиля топливом подогреватель должен быть отключен.
9. При выполнении электросварочных работ на автомобиле необходимо разъединить шести штекерную колодку на блоке управления подогревателя (для защиты электронного блока управления).
10. "Минус" электропитания подогревателя должен непосредственно соединяться с минусовой клеммой аккумуляторной батареи, но не через выключатель "массы".
11. Запрещается эксплуатация подогревателя с неисправностями, вызывающими пожарную опасность.
12. Автомобиль, оборудованный подогревателем, должен иметь огнетушитель.
13. Запрещается работа подогревателя в закрытых невентилируемых помещениях.
14. После окончания работы закрыть топливный кран.

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		32

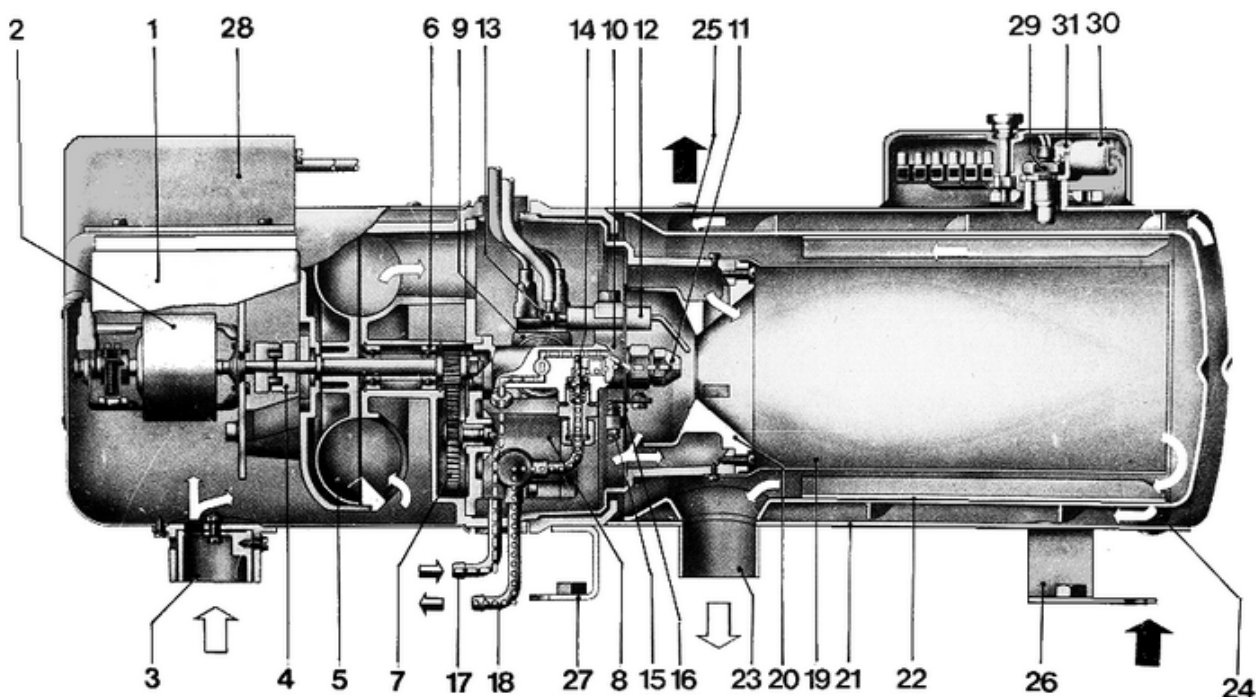


Рисунок 2.6 -Предпусковой подогреватель модели 15.8106

1- Блок управления; 2- Электродвигатель постоянного тока; 3- Всасывающий патрубок; 4- Муфта; 5- Вентилятор; 6- Подшипник; 7- Зубчатая передача; 8- Топливный насос; 9- Электромагнитный клапан; 10- Корпус форсунки; 11- Форсунка; 12- Электрод зажигания; 13- Держатель электродов; 14- Перепускной клапан; 15- Индикатор пламени; 16- Диск; 17- Трубка подвода топлива; 18- Трубка отвода топлива; 19- Теплообменник; 20. Завихритель; 21,22- трубы теплообменник; 23- патрубок для выхода отработавших газов; 24- патрубок "входа"; 25- патрубок "выхода"; 26,27- кронштейн подогревателя; 28- источник питания высоковольтный; 29- термо предохранитель; 30,31- датчик для управления работой подогревателя

Технические характеристики предпускового подогревателя представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики предпускового подогревателя

Модель	15.8106-01
Теплопроизводительность кВт (ккал/ч)	11,6 (10000)
Топливо	дизельное
Расход топлива, кг/ч	1,25
Номинальное напряжение, В	24

Продолжение таблицы 2.1

Рабочее напряжение, В	20-30
Потребляемая мощность (без насоса), Вт	70
Насос электрический циркуляционный	мод.35.3730
Производительность насоса при противодавлении 0,015 МПа, л/час, не менее	1600
Номинальное напряжение, В	24
Потребляемая мощность, Вт, не более	46

### 3 ЭЛЕКТРОФАКЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

Электрофакельное устройство служит для облегчения пуска холодного двигателя при температуре воздуха до минус 22°С. Устройство подключено к топливной системе двигателя и работает на том же топливе, что и двигатель. Действие его основано на испарении топлива в штифтовых свечах накаливания и воспламенении этих паров с воздухом. Возникающий при этом факел подогревает поступающий в цилиндры двигателя воздух.

В состав электрофакельного устройства входят две электрофакельные свечи, установленные в резьбовые отверстия впускных коллекторов, двигателя, электромагнитный топливный клапан, термореле с добавочным сопротивлением, кнопочный выключатель, электромагнитное реле и контрольная лампа, устанавливаемые в кабине автомобиля. На некоторые комплектации двигателей электрофакельное устройство не устанавливается.

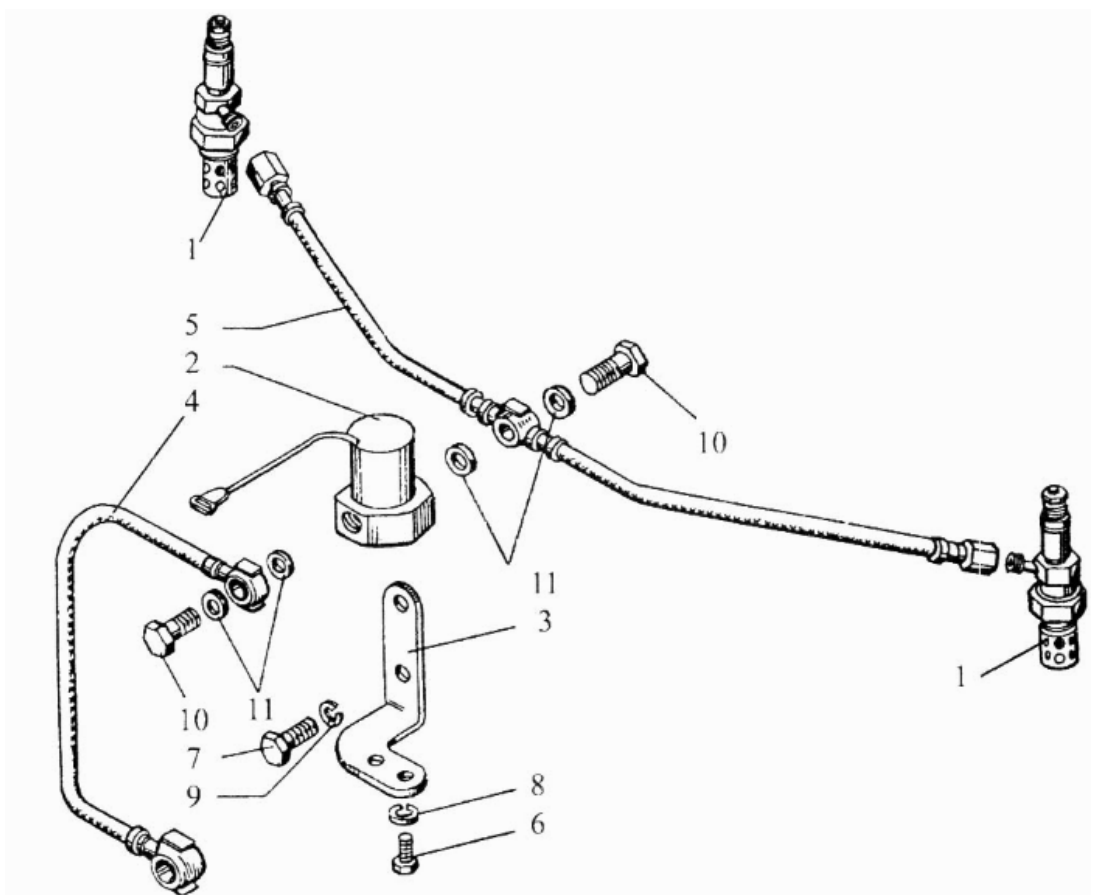


Рисунок 3.1 - Электрофакельная установка



1- электрофакельная свеча 2-клапан электромагнитный; 3- кронштейн клапана; 4- трубка; 5- топливная трубка; 6- болт М6х12; 7- болт М10х1х22; 8- шайба 10,2; 9- болт; 10- шайба 6х2; 11- шайба.

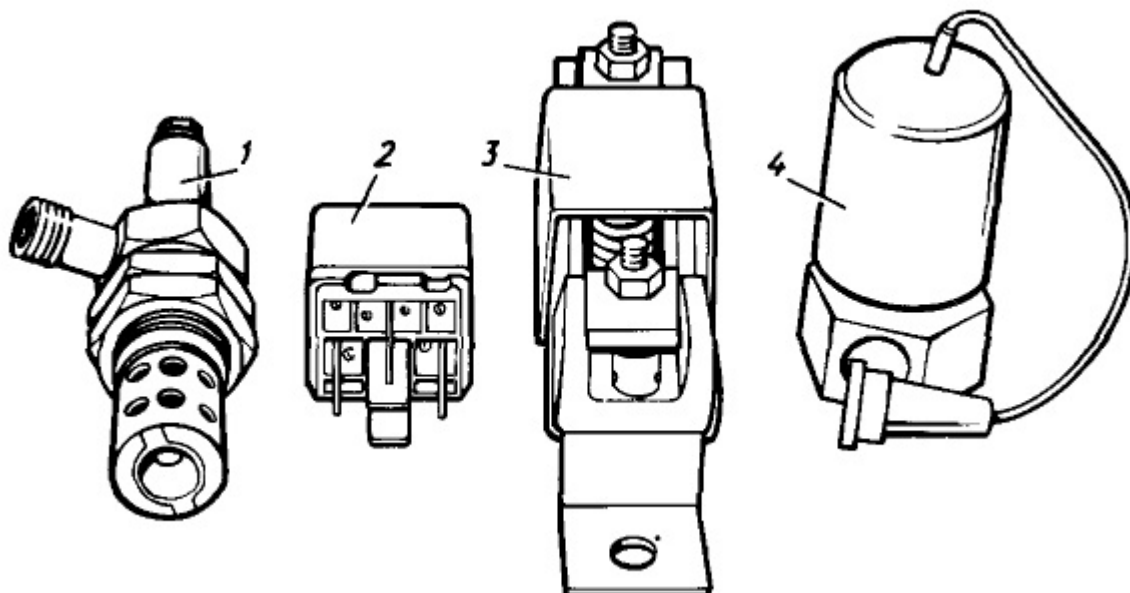


Рисунок 3.2 - Комплект электрофакельного устройства подогрева впускного воздуха автомобиля КамАЗ:

1. факельная штифтовая свеча
2. реле блокировки и отключения обмотки возбуждения генератора
3. добавочный резистор с электротермическим реле
4. электромагнитный топливный клапан

Факельная штифтовая свеча - обеспечивают образование факелов во впускных коллекторах. Стартерная прокрутка коленчатого вала двигателя приводит к значительному падению напряжения в бортовой сети автомобиля и для стабильной работы на этих режимах свечи имеют номинальное напряжение 19 В. Для предохранения свечей от номинального напряжения сети автомобиля, в схеме предусмотрены термореле, реле ЭФУ и реле отключения обмотки генератора.

Термореле - представляет собой добавочный резистор с электротермическим реле. Термореле снижает подводимое к штифтовым

					13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		36

факельным свечам напряжение до 19 В, определяет время нагрева факельных свечей, включает электромагнитный топливный клапан и контрольную лампу-сигнализатор.

Реле ЭФУ - шунтирует сопротивление термореле при стартерной прокрутке коленчатого вала двигателя, что позволяет поддерживать рабочее напряжение на свечах.

Реле блокировки и отключения обмотки возбуждения генератора - защищает свечи ЭФУ от высокого напряжения, вырабатываемого генератором при пуске двигателя.

Электромагнитный топливный клапан - управляет поступлением топлива к штифтовым факельным свечам из системы питания двигателя топливом.

### 3.1 Схема установки электрофакельного устройства на двигатель

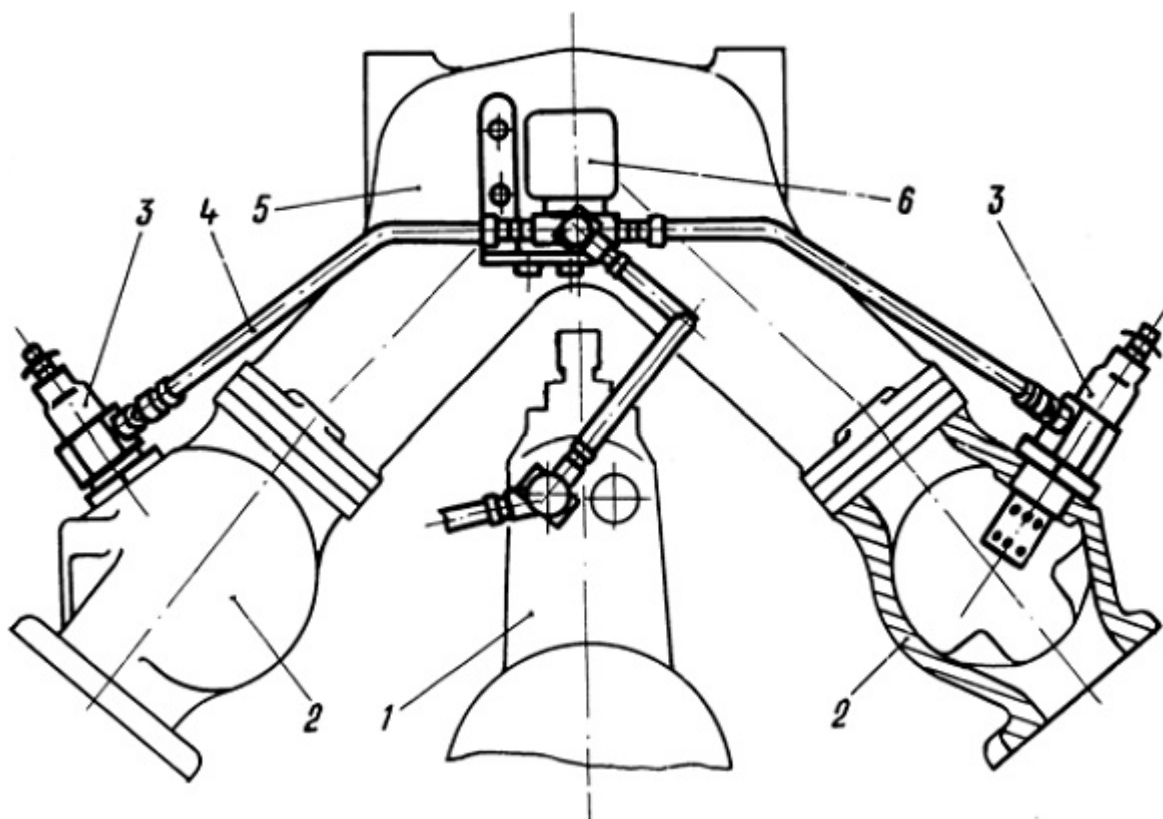


Рисунок 3.3 - Установка электрофакельного устройства на двигатель

1. Топливный насос высокого давления
2. Впускной коллектор
3. Электрофакельная свеча
4. Топливопроводы
5. Переходник впускных коллекторов
6. Электромагнитный топливный клапан

В электрическую систему электрофакельного подогревателя входят две электрофакельные свечи, электромагнитный топливный клапан, резистор термореле, реле включения электрофакельных свечей, реле включения обмотки возбуждения генератора, контрольная лампа и кнопка включения.

Электрофакельные свечи ввернуты в резьбовые отверстия впускных коллекторов двигателя и подсоединены к магистрали низкого давления системы питания топливом на участке фильтр тонкой очистки топлива — топливный насос высокого давления. Топливо к свечам подается при пуске двигателя топливоподкачивающим насосом низкого давления через фильтр тонкой очистки, при этом перепускной клапан топливного насоса высокого давления и клапан-жиклер фильтра тонкой очистки топлива перекрывают дренажные топливопроводы и обеспечивают подачу топлива под давлением на свечи с минимальной задержкой времени от момента открытия электромагнитного клапана.

В корпусе размещен электрический нагревательный элемент, представляющий собой металлический кожух, внутри которого запрессована спираль в специальном наполнителе, обладающем хорошей теплопроводностью и обеспечивающем электрическую изоляцию спирали от кожуха. Топливо, поступающее из системы питания, проходит через фильтр и жиклер в нагревательную полость, где оно нагревается и испаряется. Для получения в небольшом объеме большой поверхности испарения предусматриваются сетки. Экран с двумя рядами отверстий для прохода воздуха предотвращает срыв и затухание факела пламени при повышении скорости движения воздуха во

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>38</i>

впускных трубопроводах вследствие высоких оборотов стартерной прокрутки или после пуска двигателя.

Электромагнитный топливный клапан обеспечивает включение (при открытии клапана, приводимого в действие катушкой соленоида) и отключение (при закрытии клапана пружиной после снятия напряжения с катушки) подачи топлива к факельным свечам в соответствии со схемой управления. Он установлен на двигателе.

Резистор с термореле и добавочным сопротивлением обеспечивает готовность электрофакельного подогревателя к работе своевременным включением электромагнитного топливного клапана и предварительным накалом нагревательных элементов факельных свечей. Резистор представляет собой открытую нагревательную спираль; термореле выполнено в виде контактов из биметаллической пластины, которые замыкаются по мере ее прогрева. Резистор с термореле и добавочным сопротивлением установлены на панели кабины.

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>39</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

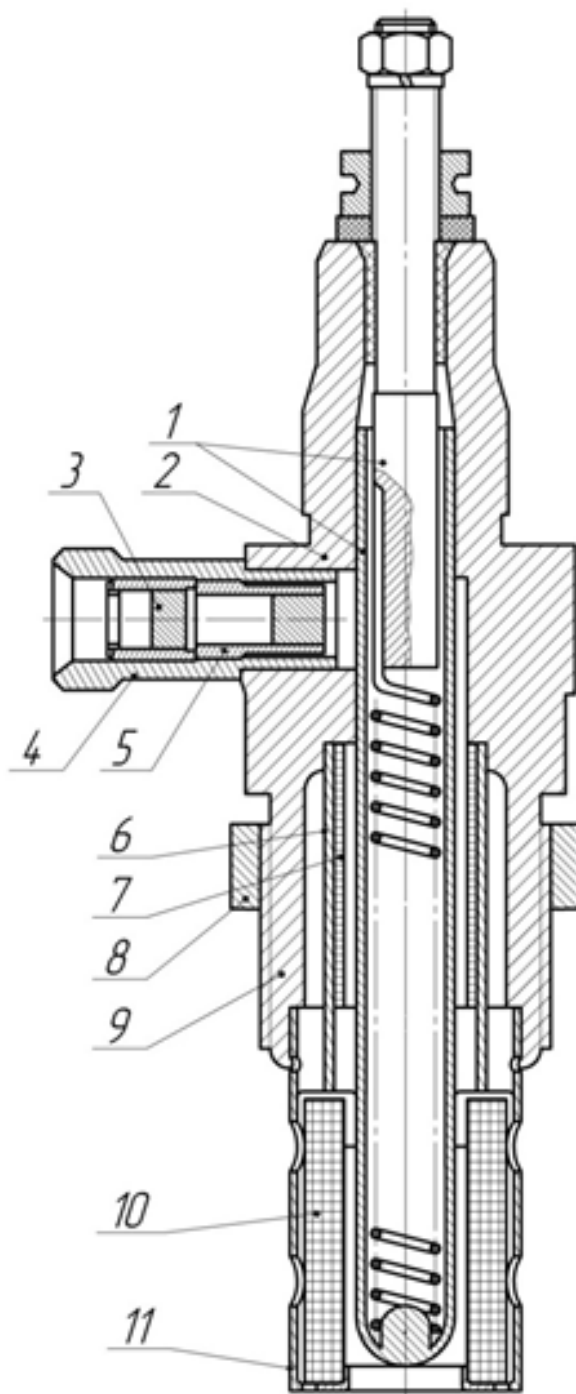


Рисунок 3.4 – Электрофакельная свеча в разрезе

1- Нагревательный элемент; 2- Корпус; 3- Фильтр; 4- Штуцер; 5- Жиклер; 6- Трубка; 7- Сетка; 8- Контргайка; 9- Резьбовая часть; 10- Объемная сетка; 11- Экран

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата

13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ

Лист

40

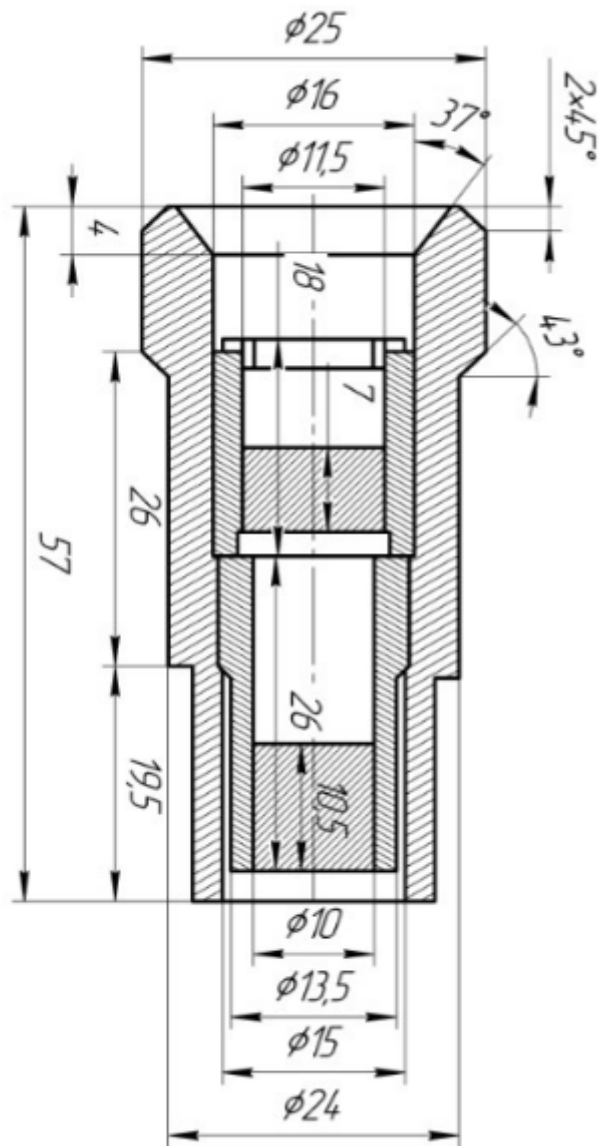


Рисунок 3.2 – Штуцер в разрезе

### 3.2 Обслуживание электрофакельной установки

Обслуживание ЭФУ проводится при его ремонте и перед началом сезона эксплуатации. При обслуживании производится проверка основных элементов в следующем порядке.

1. Проверить надёжность соединений проводов на свечах, термореле, кнопке ЭФУ, предохранителе и штекерных соединениях.
2. Проверить отсутствие подтеканий в топливопроводах и их соединениях.

3. Проверить исправность сигнализатора ЭФУ нажатием кнопки контроля на панели приборов.

4. Нажав и удерживая кнопку ЭФУ, проверить время до загорания лампы - сигнализатора. Для первого включения ЭФУ оно должно составлять при температуре воздуха выше нуля - 50-70 секунд, а при температуре ниже нуля - 70-110 секунд. При повторном включении ЭФУ время загорания лампы-сигнализатора сокращается, поэтому для получения достоверного значения необходимо дать остыть термореле до температуры окружающего воздуха).

5. Замерить ток, потребляемый каждой штифтовой факельной свечой, который должен составлять 11...12 А при номинальном напряжении 19 В. При отсутствии измерительного оборудования допускается включить ЭФУ на 15...20 секунд и на ощупь проверить нагрев штифтовых факельных свечей.

6. Проверить расход топлива через штифтовые факельные свечи на специальном стенде. Расход должен составлять  $6\pm 0,5 \text{ см}^3/\text{мин}$  при давлении 0,75 кгс/см<sup>2</sup> и температуре топлива 15...30°C. При отсутствии специального стенда проверку расхода топлива допускается провести в следующем порядке:

- вывернуть свечи из коллекторов, подсоединить к ним топливные трубки и расположить так, чтобы можно было проверить частоту падения капель топлива со свеч;

- принудительно открыть электромагнитный клапан, соединив дополнительным проводом штекер электромагнитного клапана со штекером подкапотной лампы;

- определить частоту падения капель топлива со штифтовых факельных свеч при прокачивании топливной системы топливопрокачивающим насосом с частотой рабочих ходов 60 ... 70 мин<sup>-1</sup>. Должно быть 5...7 капель в течение 10 секунд.

После длительного перерыва в работе ЭФУ, при переходе с летних сортов топлива на зимние, при замене штифтовых факельных свечей, или после работ, связанных с разгерметизацией топливной системы, следует прокачать топливные трубки электромагнитного клапана к штифтовым свечам для удаления воздуха и

					13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

заполнения их зимним сортом топлива. Для этого топливный бак автомобиля должен быть заправлен зимним топливом, соответствующим эксплуатационному диапазону температур. Гайки крепления топливных трубок к штифтовым свечам нужно ослабить и принудительно открыть электромагнитный клапан, соединив дополнительным проводом штекер электромагнитного клапана со штекером подкапотной лампы. Топливопрокачивающим насосом прокачать топливную систему до появления течи топлива из-под ослабленных гаек. Подтянуть гайки крепления топливных трубок к штифтовым свечам и подключить штекер электромагнитного клапана к штатному разъёму.

При сезонном обслуживании (при переходе с летнего сорта топлива на зимний) следует промыть в бензине и продуть сжатым воздухом фильтры и жиклёры штифтовых факельных свечей.

					<i>13.03.02.2017.04 1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>43</i>



### 3.1 Технические характеристики ЭФУ

Технические характеристики ЭФУ представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Технические характеристики электрофакельной установки

Свеча факельная:	
номинальное напряжение, В	19
потребляемый ток при номинальном напряжении, А	11...11, 8
пропускная способность по топливу, см <sup>3</sup> /мин	5,5...6,5
Термореле:	
номинальное напряжение, В	24
номинальный ток А	22,8
время от момента включения тока до замыкания контактов, с	50...65
время замкнутого состояния контактов после отключения тока, с	>45
Электромагнитный клапан:	
номинальное напряжение, В	24
напряжение включения (открытия), В	>12
напряжение отключения (закрытия), В	>6
потребляемый ток при напряжении 12 В, А	<1,1

### Возможные неисправности ЭФУ и способы их устранения

Таблица 2.2 - неисправности и способы их устранения.

Причина не исправности	Метод устранения
Стрелка вольтметра в нижней границе строки	
Замыкание спирали термореле или электропроводов	Если свечи исправны, отсоединить от термореле провод, соединяющий его с кнопкой включения ЭФУ. Отсутствие изменения показаний термореле. Если спираль цела и при отсоединенных от свечей проводах положение стрелки не меняется, то это указывает на замыкание электропроводов.

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

Продолжение таблицы 3.2

Замыкание свечи на массу	Отсоединить провод от вывода левой свечи, исключив контакт наконечника с массой, и вновь включите ЭФУ. При выходе стрелки за пределы шкалы отсоединить провод от вывода правой свечи. Отсутствие выхода стрелки за пределы шкалы указывает на замыкание правой свечи. Заменить отказавшую свечу. После устранения замыкания рекомендуется проверить состояние изоляции электропроводов, работоспособность термореле и реле включения ЭФУ, а если замыкание произошло при пуске двигателя работоспособность шунтирующего реле
Показание вольтметра не изменяется	
Перегорание спирали термореле	Включите ЭФУ и проверьте напряжение на выводах термореле. Отсутствие напряжения на выводе со стороны штекерного соединения при наличии напряжения на другом выводе свидетельствует о перегорании спирали. Заменить термореле.
Перегорание свечей или отсутствие контакта в цепи	Включение ЭФУ и проверьте наличие напряжения на выходах каждого изделия ЭФУ, начиная с факельных свечей. Наличие напряжения на выводе правой свечи свидетельствует о перегорании свечей. Заменить свечу и восстановить контакт.
Перегорание одной из свечей	Включить ЭФУ на 10-15 с, затем заменить холодную свечу
Нет факела свечи	
Отсутствие поступления топлива к свече	Ослабить топливоподводящий штуцер на свече. Включить ЭФУ и после загорания сигнализатора (открытие электромагнитного клапана) провернуть с помощью стартера коленчатый вал. Если топливо при открытом клапане не просачивается через неплотно завернутое резьбовое соединение штуцера, устранить неисправность в системе питания топливом
Отсутствие поступления топлива к свече	Ослабить топливоподводящий штуцер на свече. Включить ЭФУ и после загорания сигнализатора (открытие электромагнитного клапана) провернуть с помощью стартера коленчатый вал. Если топливо при открытом клапане не просачивается через неплотно завернутое резьбовое соединение штуцера, устранить неисправность в системе питания топливом
Негерметичность системы питания топливом	Устранить негерметичность

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт эксплуатации дизельных двигателей в зимних условиях свидетельствует о том, что в условиях отрицательных температур в несколько раз увеличивается число отказов, при сильных морозах продолжительность тепловой подготовки повышается в 12 раз, а эксплуатационные расходы - в 16 раз. Время, затраченное на прогрев и пуск двигателя, составляет ни менее полутора часов. Учитывая взаимовлияние систем и механизмов трактора, решать проблему зимней эксплуатации необходимо комплексно. Исследования работы топливоподающей аппаратуры дизелей в условиях отрицательных температур показали, что наиболее критическим участком топливоподающей системы является линия всасывания топливоподкачивающего насоса, которая забивается кристаллами Н-алканов при температуре окружающей среды ниже  $-8.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Наиболее надежный и экономически выгодный способ обеспечения безотказной работы дизельного двигателя в зимних условиях – тепловое разрушение кристаллов Н-алканов с помощью индивидуальных приборов, устанавливаемых на начальном участке системы питания двигателя и включенных в бортовую электросеть трактора. Одним из наиболее перспективных средств облегчения пуска двигателя является электрофакельное устройство для подогрева впускного воздуха. Пример разработки такого устройства для двигателя грузового автомобиля показан в настоящей работе. Применение такого устройства позволит обеспечить гарантированный запуск двигателя при низких температурах, существенно сократив износ трущихся частей, что должно привести к повышению ресурса автомобиля.

Уникальность выполненной работы составляет \_\_\_\_ .

Руководитель Мартьянов А.С. \_\_\_\_\_

Студент Лысенко Ю.Е. \_\_\_\_\_

					<i>13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		46

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородич А.М. Исследование работы тракторного дизеля при эксплуатации в условиях низких температур.
2. Власов П.А. Особенности эксплуатации дизельной топливной аппаратуры. - М.: Агропромиздат, 1987. 126 с.
3. Цуцоев В.И. Зимняя эксплуатация тракторов и автомобилей. - М.: Колос, 1993. 173 с.
4. Усольцев Ф.Т. Исследование процесса пуска тракторного дизеля при эксплуатации его в условиях низких температур
5. Семенов Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур. Транспорт, 1993. 190 с.
6. Поляков Ю.Т., Халеев Д.Х. Подогрев и подогреватели дизельного топлива. //Автомобильная промышленность, 1983, № 8. С. 16...19.
7. Лосавио Г.С. Эксплуатация автомобилей при низких температурах. - Транспорт, 1973. 116 с.
8. Альтгаузен А.П. и др. Низкотемпературный электронагрев. - Энергия, 184 с.
9. Микулин Ю.В., Карницкий В.В., Энглин Б.А. Пуск холодных двигателей при низкой температуре. - Машиностроение, 1971. 211 с
10. Гордеенко А.В. Улучшение пусковых качеств и условий работы автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации. 1998. 22 с.

					13.03.02.2017.04.1.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47