

Специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация «Автомобили и тракторы»

Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «специалист»

Тема: Проектирование автомобиля категории N₃ с разработкой конструкции
подогревателя топлива

Шифр ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ

Студент группы C262-12y  Малолетков Н.А.

Руководитель доцент  Усенков Р.А.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № 7 от 06 февраля 2020 г.)

Зав. кафедрой профессор  Хафизов К.А.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Малолеткова Н.А. «Проектирование автомобиля категории N₃ с разработкой конструкции подогревателя топлива».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 107 страницах машинописного текста и графической части на 10 листах. Записка состоит из введения, 7 разделов, вывода и включает 20 рисунков и 11 таблиц. Список используемой литературы содержит 28 наименований.

В первом разделе представлен динамический и топливно-экономический расчет автомобиля. Определены основные параметры проектируемого автомобиля.

Во втором разделе приведена эскизная компоновка проектируемого автомобиля.

В третьем разделе приведен анализ существующих конструкций, дано описание проектируемой конструкции, проведены конструктивные расчеты.

В четвертом разделе представлены технологические расчеты по изготовлению детали.

В пятом разделе рассмотрены мероприятия по безопасности жизнедеятельности.

В шестом разделе рассмотрены вопросы охраны окружающей среды.

В седьмом разделе представлено экономическое обоснование конструкции.

Пояснительная записка также содержит заключение, список использованной литературы, приложения и спецификации.

ABSTRACT

To final qualifying work Maloletkova N.A. "Designing N₃ category cars with the development of a fuel heater design."

Final qualification work consists of an explanatory notebook on 10 sheets. The note consists of a manual, 7 sections, a conclusion and includes 20 figures and 11 tables. The list of used literature contains 28 items.

The first section presents the dynamic and fuel-economic calculation of the car. The main parameters of the designed car are determined.

The second section provides a sketch of the design of the car.

In the third part, an analysis of existing structures is given, a description of the designed structure is given, and structural calculations are carried out.

The fourth section presents technological calculations for manufactured parts.

The fifth section discusses life safety measures.

The sixth section addresses environmental issues.

The seventh section uses economically sound designs.

The explanatory note also contains a conclusion, list of references, applications and specifications.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ.....	10
1.1 Определение основных параметров автомобиля.....	10
1.2 Определение мощности автомобильного двигателя.....	10
1.3 Определение массы автомобиля и массы груза связанной с помощью коэффициента грузоподъемности.....	10
1.4 Выбор колес автомобиля.....	12
1.5. Расчет и построение скоростной (или регуляторной) характеристики автомобильного двигателя.....	12
1.6 Определение передаточных чисел трансмиссии автомобиля.	14
1.7 Расчет и построение тяговой и динамической характеристик автомобиля.....	16
1.8 Расчет и построение экономической характеристики автомобиля.....	17
1.9 Анализ характеристик проектируемого автомобиля.....	20
2. ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ.....	21
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	24
3.1 Состояние изучаемого вопроса.....	24
3.2 Литературно-патентный анализ.....	30
3.2 Схема и принцип действия предлагаемой конструкции.....	42
3.3 Описание разрабатываемой системы.....	58
3.4 Конструкторские расчеты.....	59
3.5 Теплообменный аппарат по подогреву топлива.....	63
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	72
4.1 Определение типа производства, его характеристика и	

обоснование.....	72
4.2 Анализ технологичности детали.....	72
4.3 Выбор вида заготовки.....	73
4.4 Выбор оборудования.....	73
4.5 Расчет режимов резания.....	74
4.6 Разработка методов контроля детали и проектирование измерительного инструмента.....	88
5 РАЗРАБОТКА ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	91
5.1 Расчёт вентиляции и средств защиты от шума кабины автомобиля.....	91
5.2 Физическая культура на производстве.....	93
6. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	88 95
7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР.....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	104
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	106
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	

ВВЕДЕНИЕ

От замерзания дизельного топлива зимой страдают многие водители! Всем известно, что необходим подогрев дизельного двигателя зимой. Подогреватель дизельного топлива можно смонтировать практически на любой автомобиль.

Парафинизация топлива происходит уже при температуре +5, а при -14 консистенция топлива такова, что его перемещение по топливной магистрали сильно затруднено, а через капилляры фильтра тонкой очистки вообще невозможно. Аналогичные проблемы возникают и на других участках топливной магистрали, например топливозаборник, подкачивающий насос, ТНВД, но самым «слабым звеном» является фильтр тонкой очистки.

Подогрев фильтра

Именно фильтр тонкой очистки является самым «слабым звеном» в топливной системе в зимний период времени. Аналогичные проблемы возникают и на других участках топливной магистрали: в фильтре топливозаборника, подкачивающем насосе, ТНВД и в самих топливопроводах.

Большая часть зимней солярки не всегда своевременно поступает на заправочные станции, и не всегда соответствует своему названию. Поэтому автомобилисты вынуждены разжижать летнее дизтопливо бензином, что снижает ресурс двигателя или применять присадки – антигели, требующие от водителя анализировать метеосводки на ближайшие дни, чтобы вовремя залить присадку. Если ночью внезапно ударил мороз, а присадка не была залита заблаговременно, то можете быть уверенным, что наутро пробежки с тросом по стоянке вам не избежать. Но даже если вы и сумеете запустить двигатель с «толчка» это не гарантия того, что через несколько минут двигатель не заглохнет. Основная причина – все тот же фильтр тонкой очистки, который не пропускает топливо к ТНВД.

Существует целая гамма подогревателей дизельного топлива.

Подогрев топливного фильтра – первый элемент, который нужно установить на ваш автомобиль.

Для грузовых автомобилей актуальна проблема забора топлива из бака и доставка его по топливной магистрали до двигателя. Для этого существует обогреваемый топливозаборник, для большегрузных автомобилей любых марок. Он устанавливается взамен штатного и кроме своей основной функции- забора топлива из бака, выполняет роль подогревателя. Тепловая мощность подогревателя за счет теплообмена с тосолом достигает 2 кВт. Разность температур топлива в баке и на выходе из топливозаборника достигает 67 °С, что достаточно, чтобы поддержать температуру топлива в магистрали выше критического уровня парафинизации.

1. ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ

Исходные данные.

Тип автомобиля— грузовой. Колесная формула 6х4.

Грузоподъемность автомобиля – $M_{zp}=7500$ кг.

Максимальная скорость движения – $V_{max}=85$ км/час.

Двигатель- дизельный. Обороты к/вала – $n_{e,n}=2200$ об/мин.

Удельный расход топлива – $g_{e,n}=207$ г/кВт·ч

1.1 Определение основных параметров автомобиля

К основным параметрам автомобиля относятся: мощность двигателя- $N_{ен}$, масса (или вес) автомобиля - $m_{авт}$ ($G_{авт}$), масса груза (или вес) – $m_{гр}$ ($G_{гр}$), размеры и количество колес и др.

1.2 Определение мощности автомобильного двигателя – $N_{ен}$

Мощность двигателя определяют по следующей формуле:

$$N_{ен} = \frac{V_{max} [\psi (m_{авт} + m_{zp}) \cdot 9,81 + K_{\epsilon} \cdot F \cdot V_{max}^2]}{10^3 \cdot \eta_{тр}}, \text{ кВт} \quad (1.1)$$

где : V_{max} – мах. скорость движения, м/с.

ψ – коэф. суммарного дорожного сопротивления, (0,03....0,04);

$m_{ав}$, $m_{гр}$ –масса автомобиля и масса груза, кг;

$K_{в}$ – коэф. сопротивления воздуха, Н·с²/м⁴;

F- площадь сечения автомобиля, м².

$\eta_{тр}$ –к.п.д. трансмиссии автомобиля, $\eta_{тр} = 0,9$;

1.3 Определение массы автомобиля и массы груза связанной с помощью коэффициента грузоподъемности – $K_{г}$.

$$K_{г} = \frac{m_{гр}}{m_{авт}}, \quad (1.2)$$

Принимаем $K_{г} = 0,85$

Отсюда, если задана масса груза , то масса автомобиля будет :

$$m_{авт} = \frac{m_{сп}}{K_{\Gamma}}, \text{ кг} \quad (1.3)$$

$$m_{авт} = \frac{7500}{0,9} = 8333 \text{ кг}$$

Тогда

$$N_e = \frac{23,6(0,04 \cdot (7500 + 8333) \cdot 9,81 + 0,7 \cdot 6 \cdot 23,6^2)}{1000 \cdot 0,9} = 224,2$$

В качестве прототипа выбираем автомобиль КамАЗ 55102 у которого следующие характеристики Таблицы 1.1.

КамАЗ-55102 — самосвал с колёсной формулой 6×4 производства Камского автомобильного завода оборудованный платформой разгружаемой на боковые стороны.

Таблица 1.1 - Основные характеристики автомобиля КамАЗ 55102.

Технические характеристики автомобиля КамАЗ-55102	
Масса перевозимого груза, т	7
Масса снаряженного автомобиля, т	8,48
Полная масса автомобиля, т	15,63
длина	7570
ширина (по зеркалам/по корпусу)	2900/2500
высота (с опущенной платформой/с поднятой в сторону платформой/с поднятой назад платформой)	2900/4000/5920
база	3190 + 1320
колея передних колес	2026
колея задних колес	1856
дорожный просвет	280
высота бортов	635+620
высота платформы над землей	1370
Контрольный расход топлива автомобиля, л/100 км	23
Контрольный расход топлива автопоезда, л/100 км	32,5
Запас хода автомобиля по контрольному расходу топлива, км	740
Запас хода автопоезда по контрольному расходу топлива, км	525
Время разгона автомобиля с полной нагрузкой с 0 до 60 км/ч, сек	35
Время разгона автопоезда с полной нагрузкой с 0 до 60 км/ч, сек	75
Тормозной путь автомобиля с полной нагрузкой при движении со скоростью 40 км/ч, м	17,2
Тормозной путь автопоезда с полной нагрузкой при движении со скоростью 40 км/ч, м	18,4
Наименьший радиус поворота по оси переднего внешнего следа, м	8,5
Номинальная вместимость топливного бака, л	170

1.4 Выбор колес автомобиля

Для автомобилей 6К4, на одно заднее колесо будет:

$$G_{\kappa 1} = \frac{m_n \cdot 9,81 \cdot \lambda_{\kappa}}{8}, \text{Н} \quad (1.4)$$

$$G_{\kappa 1} = \frac{15833 \cdot 9,81 \cdot 0,5}{8} = 9707 \text{ Н}$$

По справочнику подбираем шину типоразмера 9,00R20 (в дюймах).

Радиус такой шины будет:

$$r_{\kappa} = 0,0254 \cdot [0,5 \cdot d + H (1 - \delta_r)] \text{ м} \quad (1.5)$$

где: 0,0254 – коэф. перевода дюймов в метры;

d – посадочный диаметр шины (вторая цифра, т.е. 20) в дюймах;

H – высота профиля в дюймах;

$\delta_r = 0,11 \dots 0,13$ – коэффициент радиальной деформации шины.

$$r_{\kappa} = 0,0254 \cdot [0,5 \cdot 20 + 9 \cdot (1 - 0,12)] = 0,45 \text{ м}$$

1.5. Расчет и построение скоростной (или регуляторной) характеристики автомобильного двигателя.

Определение крутящего момента двигателя.

$$M_{e_{ном}} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot N_{e_{ном}}}{\pi \cdot n_{e_{ном}}}, \text{Нм} \quad (1.6)$$

где $M_{e_{ном}}$ – крутящий момент двигателя, Нм;

$N_{e_{ном}}$ – номинальная мощность двигателя, кВт;

$n_{e_{ном}}$ – номинальные обороты вала двигателя, об/мин;

$$M_{e_{ном}} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 225}{3,14 \cdot 2200} = 977 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определение номинального часового расхода топлива

$$G_{т_{ном}} = \frac{q_{e_{ном}} \cdot N_{e_{ном}}}{1000}, \text{кг/ч} \quad (1.7)$$

где $G_{т_{ном}}$ – номинальный часовой расход топлива, кг/ч;

$q_{e_{ном}}$ – удельный расход топлива, г/кВт×ч;

$N_{e_{ном}}$ – номинальная мощность двигателя, кВт;

$n_{\text{еном}}$ – номинальные обороты вала двигателя, об/мин;

$$G_{\text{тном}} = \frac{207 \cdot 225}{1000} = 46,57 \text{ кг/ч}$$

В качестве двигателя внутреннего сгорания выбираем двигатель КамАЗ 740, у которого следующие характеристики таблица 1.2:

Таблица 1.2 Характеристики двигателя КамАЗ 740

Модель	Число и располож. цилиндров	Тип системы газобмена	Номинал. мощность, кВт	Номинал. частота вращения, об/мин	Макс. крутящий момент, Н·м	Частота вращения при макс. крутящем моменте, об/мин	Удельный расход топлива, г/кВт·ч
КамАЗ 740	8V	T	235	2200	1020	1100-1400	207

Для расчета используются номинальные значения параметров двигателя – $N_{\text{еном}}$, $M_{\text{еном}}$, $G_{\text{тном}}$, $g_{\text{еном}}$ и $n_{\text{еном}}$.

Принимаем $n_{\text{emin}} = 800$ об/мин.

Следующая точка – это наибольшая скорость вращения коленчатого вала при полной подаче топлива, но без нагрузки.

$$n_{\text{ex/x}} = n_{\text{еном}} \cdot (1 + b_p), \text{ об/мин} \quad (1.8)$$

где $n_{\text{ex/x}}$ – наибольшая скорость вращения коленчатого вала, об/мин;

$n_{\text{еном}}$ – номинальные обороты вала двигателя, об/мин;

b_p – степень неравномерности регулятора, $b_p = 0,07 \dots 0,09$.

$$n_{\text{ex/x}} = 2200 \cdot (1 + 0,08) = 2376 \text{ об/мин}$$

Тут же нужно определить величину расхода топлива.

$$G_{\text{тх/х}} = G_{\text{тном}} (0,25 \dots 0,30), \text{ кг/ч} \quad (1.9)$$

где $G_{\text{тх/х}}$ – величину расхода топлива, кг/ч;

$G_{\text{тном}}$ – номинальный часовой расход топлива, кг/ч;

$$G_{\text{тх/х}} = 46,57 \cdot 0,25 = 11,6 \text{ кг/ч}$$

$$g_e = \frac{G_T \cdot 1000}{N_E}, \quad \frac{гp}{кВт \cdot ч}$$

$$g_e = \frac{46,57 \cdot 1000}{225} = 206 \frac{гp}{кВт \cdot ч}$$

Для расчета использовали программу для расчета.

Таблица 1.3- Данные для расчета регуляторной характеристики.

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение		Величина
		Обычное	в программе	
1.	Номинальная мощность двигателя – кВт	$N_{\text{еном}}$	N	225
2.	Номин. частота вращения к/вала – об/мин.	$n_{\text{еном}}$	H	2200
3.	Малые обороты хол. хода дв. – об/мин.	n_{emin}	H2	800
4.	Коэф. для расчета характеристики дв-ля.	C_1	C1	0,75
5.	Номинальный удельный расход топлива, гр/кВт•ч	$g_{\text{еном}}$	Q	207
6.	Степень неравномерности регулятора-	δ_p	B	0,08

Результаты расчетов представлены в приложении

1.6 Определение передаточных чисел трансмиссии автомобиля.

Автомобильные трансмиссии включают только два узла – коробку передач и главную передачу.

Тогда:

$$i_{mp} = i_{к.п.} \cdot i_0 = 1 \cdot i_0, \quad (1.10)$$

На автомобилях Камаз 5-ая – передача прямая.

Для случая, когда в коробке всего 5 передачи и 5-ая – прямая, передаточное число главной передачи найдется :

$$i_0 = 0,105 \cdot \frac{n_{\text{ен}} \cdot r_{\text{к}}}{V_{\text{max}}}, \quad (1.11)$$

$$i_0 = 0,105 \frac{2200 \cdot 0,45}{23,6} = 4,40$$

Определение передаточного числа коробки передач начинают с первой передачи. Передаточное число самой низшей передачи должно удовлетворять следующим требованиям:

– обеспечить преодоление повышенных дорожных сопротивлений с учетом возможных подъемов.

$$\text{При этом } \psi_{\text{max}} = f_{\text{max}} + \sin \alpha_{\text{max}} = 0,4 \dots 0,5. \quad (1.12)$$

Для этого на ведущих колесах должна быть достаточно большая касательная сила тяги:

$$P_{\kappa \max} = \frac{M_{e \max} \cdot i_{\kappa n1} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}}{r_{\kappa}} \geq m_n \cdot 9,81 \cdot \psi_{\max} \quad (1.13)$$

Отсюда:

$$i_{\kappa n1} \geq \frac{m_n \cdot 9,81 \cdot \psi_{\max} \cdot r_{\kappa}}{M_{e \max} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}} \quad (1.14)$$

$$i_{KП1} \geq \frac{15833 \cdot 9,81 \cdot 0,45 \cdot 0,45}{1114 \cdot 4,40 \cdot 0,9} = 7,1$$

С другой стороны:

$$P_{\kappa \max} = \frac{M_{e \max} \cdot i_{\kappa n1} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}}{r_{\kappa}} \leq P_{\varphi \max} = \varphi_{\max} \cdot \lambda_{\kappa} \cdot m_n \cdot 9,81 \quad (1.15)$$

Отсюда:

$$i_{\kappa n1} \leq \frac{\varphi_{\max} \cdot \lambda_{\kappa} \cdot m_n \cdot 9,81 \cdot r_{\kappa}}{M_{e \max} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}} \quad (1.16)$$

$$i_{KП1} \leq \frac{0,8 \cdot 0,65 \cdot 15833 \cdot 9,81 \cdot 0,45}{1114 \cdot 4,40 \cdot 0,9} = 8,2$$

где: $\varphi_{\max}$ – коэфф. сцепления ведущих колес автомобиля в хороших дорожных условиях $\varphi_{\max} \approx 0,75 \dots 0,85$;

λ_{κ} – коэфф. распределения массы на ведущие колеса $\lambda_{\kappa} \approx 0,65 \dots 0,70$;

$M_{e \max}$ – наибольший крутящий момент автомобильного двигателя, Нм.

$$7,1 \leq i_{KП1} \leq 8,2$$

Выбираем $i_{KП1} = 7,6$

Приступаем к выбору остальных:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{mpn}}{i_{mp1}}} = \sqrt[n-1]{\frac{i_{KП5} \cdot i_0}{i_{KП1} \cdot i_0}} \quad (1.17)$$

где: n – количество передач, в нашем случае принимается равным 5.

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{mpn}}{i_{mp1}}} = \sqrt[4]{\frac{1 \cdot 4,4}{7,6 \cdot 4,4}} = 0,6$$

Далее:

$$i_{кн2} = i_{кн1} \cdot q;$$

$$i_{кн2} = 7,6 \cdot 0,6 = 4,56$$

$$i_{к.н.3} = i_{к.н.2} \cdot q = i_{к.н.1} \cdot q^2$$

$$i_{кн3} = 4,56 \cdot 0,6 = 2,73$$

$$i_{кн4} = i_{кн3} \cdot q$$

$$i_{кн4} = 2,73 \cdot 0,6 = 1,64$$

Передаточные числа трансмиссии автомобиля будут:

$$i_{мп1} = i_{к.н.1} \cdot i_0,$$

$$i_{мп1} = 7,6 \cdot 4,4 = 33,44$$

$$i_{мп2} = i_{к.н.2} \cdot i_0,$$

$$i_{мп2} = 4,56 \cdot 4,4 = 20$$

$$i_{мп3} = i_{к.н.3} \cdot i_0,$$

$$i_{мп3} = 2,73 \cdot 4,4 = 12$$

$$i_{мп4} = i_{КП4} \cdot i_0$$

$$i_{мп4} = 1,64 \cdot 4,4 = 7,2$$

$$i_{мп5} = i_{КП5} \cdot i_0 = 1 \cdot i_0;$$

$$i_{мп5} = 1 \cdot 4,4 = 4,4$$

1.7 Расчет и построение тяговой и динамической характеристик автомобиля.

Тяговой характеристикой автомобиля называют зависимость касательной силы тяги на его ведущих колесах от скорости движения, т.е. $P_k = f(v)$, а динамической характеристикой – зависимость динамического фактора автомобиля так же от скорости его движения:

$$D = \frac{P_k - P_w}{G_n} = f(v), \quad (1.18)$$

где: P_w – сопротивление воздуха, Н;

G_n – полный вес груженого автомобиля,

$$G_n = m_n \cdot 9,81 = (m_{св} + m_{ср}) \cdot 9,81, \quad (1.19)$$

Расчетные формулы:

$$P_{\kappa} = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_{\kappa}} = \frac{30 \cdot 10^3 N_e \cdot \eta_{mp} \cdot i_{mp}}{\pi \cdot n_e \cdot r_{\kappa}}, \quad (1.20)$$

$$D = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp} - K_{\kappa} \cdot F \cdot V^2 \cdot r_{\kappa}}{r_{\kappa} \cdot G_n}, \quad (1.21)$$

$$V = 0,105 \cdot \frac{n_e \cdot r_{\kappa}}{i_{mp}}, \text{ м/с}, \quad (1.22)$$

На динамической характеристике отмечают:

- $V_{\max}$, при $f = 0,015 \dots 0,018$ (на хорошем сухом асфальте).

- $D_{\max}$ – на 1 и 4 – передачах.

1.8 Расчет и построение экономической характеристики автомобиля.

Топливную экономичность автомобиля:

$$Q_s = \frac{g_e \cdot N_e}{10 \cdot V \cdot \gamma_T} \cdot \frac{\text{л}}{100 \text{ км пути}}, \quad (1.23)$$

где: g_e – удельный расход топлива, г/кВт*ч,

V – скорость движения автомобиля, км/ч;

γ_T – плотность топлива, кг/л (для дизельного “зимнего” топлива $\gamma_T = 0,84$).

Мощность двигателя N_e :

$$N_e = \frac{P_{\kappa} \cdot V}{1000 \cdot 3,6 \cdot \eta_{mp}} = \frac{V \cdot (G_n \cdot \psi + \frac{K_{\kappa} \cdot F \cdot V^2}{13})}{1000 \cdot 3,6 \cdot \eta_{mp}}, \quad \text{кВт}, \quad (1.24)$$

где: ψ – коэфф. суммарного дорожного сопротивления (от асфальта до грунтовой дороги $\psi = 0,02 \dots 0,045$);

$K_{\kappa} \cdot F$ - фактор сопротивления воздуха, Н*с²/м²;

G_n – полный вес груженого автомобиля, Н.

V – скорость движения, км/ч.

Величину g_e определяют так:

$$g_e = g_{enom} \cdot K_n \cdot K_N, \quad (1.25)$$

где: K_n K_N – коэффициенты из справоч.

После определения основных параметров автомобиля по пунктам 1, 2, 3 нужно подготовить следующие данные для ввода в ЭВМ:

Эти данные вводят в таком же порядке в две строчки : вначале 8 параметров (до g_{enom}), а затем остальные 9.

В результате расчетов ЭВМ дает две распечатки:

Первая — $N_1, H_1, M_1, P, V, P_1, D, I$. Вторая —

H_1 – n_e , об/мин

V — скорость, м/с

M_1 – M_e , Нм

Q_s - расход топлива, л/100км

P – P_k , Н

V – V , м/с

P_1 – P_w , Н

D – D

I – j , м/с²

Таблица 1.4 Данные для ввода в ЭВМ

N, n/n	Наименование Параметра	Обозначение		Величина
		Обычное	в программе	
1.	Номинальная мощность двигателя, - к.в.т.	N_{en}	N	225
2.	Номин. частота вращения к/вала – об/мин.	n_{en}	H	2200
3.	Полная масса автомобиля – кг.	m_n	M	15833
4.	К.п.д. трансмиссии автомобиля-	η_{mp}	H3	0,9
5.	Радиус ведущих колес – м.	r_k	R	0,45
6.	Коэфф. для расчета мощности,	C_1	C1	0,75
7.	Коэфф. для расчета мощности,	C_2	C2	1,25
8.	Удельный расход топлива, г/квт.ч	g_{en}	G	207
9.	Передаточные числа трансмиссии автомобиля.	i_{tp1}	I1	33,44
10.		i_{tp2}	I2	20
11.		i_{tp3}	I3	12
12.		i_{tp4}	I4	7,2
13.		i_{tp5}	I5	4,4
14.	Сопротивление качению автомобиля,	f	F	0,025
15.	Начальные обороты вала двигателя, об/мин.	n_{emin}	H2	800
16.	Коэфф. учета вращающихся масс	β	B	1,1
17.	Фактор сопротивления воздуха, $H \cdot c^2 / m^2$.	$K_e \cdot F$	W	4,2
18.	Плотность топлива, г/см ³	γ_T	G2	0,84

По этим данным строится динамическая и экономическая характеристика проектируемого автомобиля, которая представлена на рисунке 1.2.

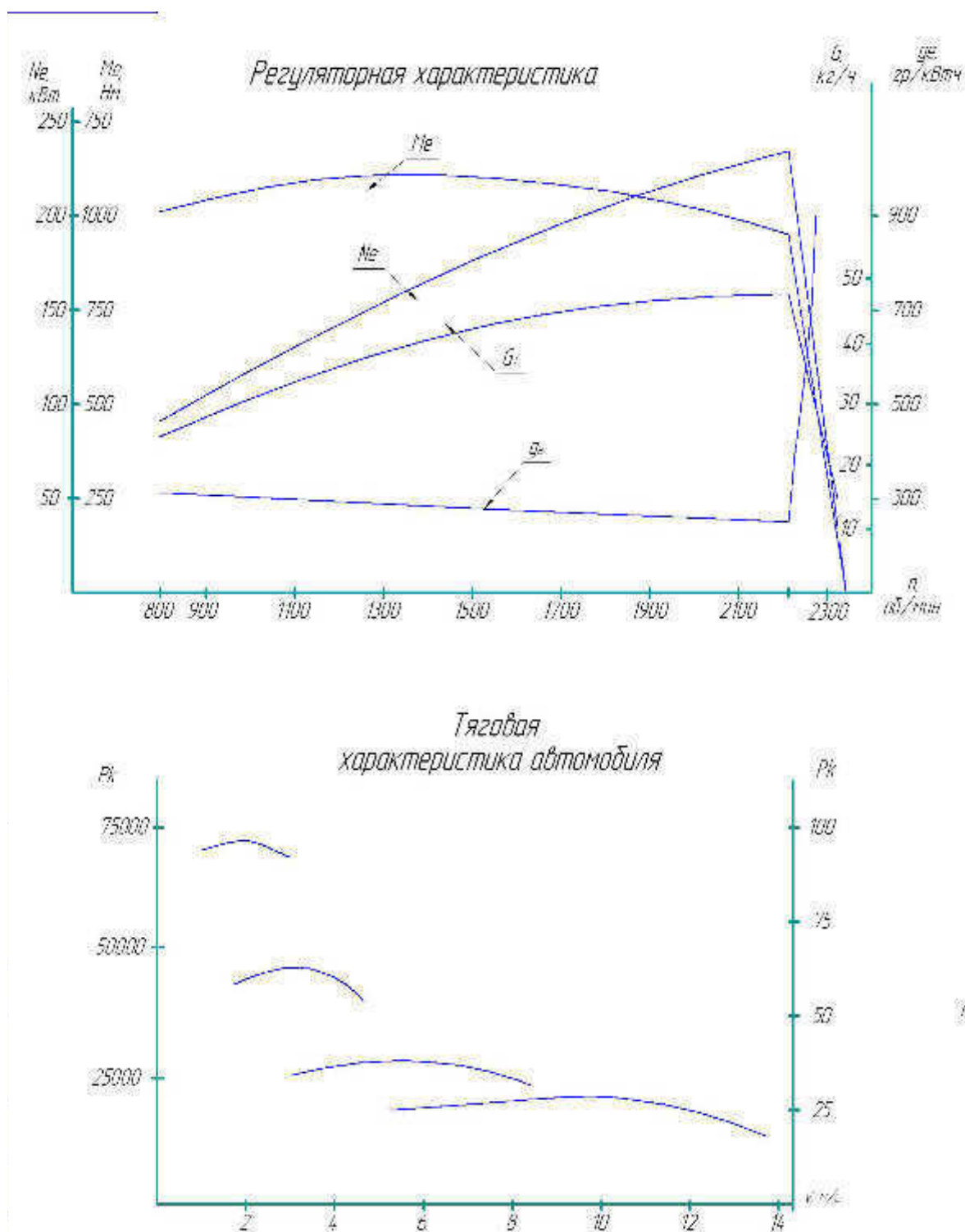


Рисунок 1.2 –характеристики проектируемого автомобиля

1.9 Анализ характеристик проектируемого автомобиля

1. По мере роста оборотов мощность увеличивается от 0 до $N_e = 225$ кВт, а потом корректируется с помощью регулятора.

При увеличении оборотов свыше 2200 об/мин мощность уменьшается. В данном случае двигатель работает на перегрузочных режимах.

2. Часовой расход топлива G_T по мере загрузки автомобиля увеличивается от минимальных значений на холостом ходу до 47 кг/ч при 2060 об/мин коленчатого вала проектируемого.

3. Удельный расход топлива $g_{кр}$ по мере загрузки двигателя уменьшается от 279 г/кВт·ч до 207 г/кВт·ч в дальнейшем при увеличении оборотов коленчатого вала увеличивается до 448 г/кВт·ч из-за уменьшения мощности и перегрузочных режимов работы двигателя на корректорной ветви регуляторной характеристики. Минимальный удельный (крюковой) расход топлива $g_{кр.min}$ составил 207 г/кВт·ч номинальных оборотах коленчатого вала.

2. ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ

За основу проектируемого автомобиля была взята уже существующий автомобиль КАМАЗ 55102, который представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Автомобиль КАМАЗ 55102

КамАЗ 55102 – 7-тонный самосвал с функцией трехсторонней разгрузки грузовой платформы, выпускался на Камском производственном объединении по выпуску большегрузных автомобилей.

Шасси КамАЗ 55102 представляет собой трехосную заднеприводную конструкцию с колесной формулой 6×4. Грузовик с управляемой передней колесной парой и сближенными задними осями собран в бескапотной переднемоторной компоновке.

Общее устройство

Несущая конструкция грузовика представляет собой лестничную клепаную раму, собранную из профилей швеллерного сечения. На передней поперечине рамы установлены буксировочные крюки. Сюда же крепится стальной бугер. Задняя крайняя поперечина оборудована сцепным тяговым

механизмом типа крюк-петля, снабженного резиновыми амортизационными элементами.

Передняя колесная ось представляет собой неразрезную изогнутую балку двутаврового сечения, оснащенную цилиндрическими шкворнями и вильчатыми поворотными кулачками. Конструкция задних мостов – цельноштампованные стальные балки со сварными картерами.

Передняя подвеска грузовика зависимая, построенная на основе дублированных листовых рессорах полуэллиптического профиля, сопряженных с двумя телескопическими амортизаторами и буферами сжатия в форме полых резиновых цилиндров.

Набор рессор передней подвески состоит из пятнадцати листов. Сечение крайних рессор – прямоугольное, остальные имеют Т-образный профиль.

Конструкция задней подвески – рессорно-балансирная, зависимая, основанная на дублированных листовых рессорах полуэллиптического профиля, сопряженных с резиновыми буферами. Гашение реактивных моментов и толкающих усилий осуществляется шестью реактивными штангами. Набор задних рессор состоит из девяти листов, первые три из которых имеют прямоугольное сечение, а остальные – Т-образное.

Колеса грузовика бездисковые, собранные из трех компонентов – обода, замочного кольца, размещенного в канавке обода и бортового кольца, удерживаемого на ободе замочным кольцом. Колеса крепятся на спицах ступиц при помощи гаек и пяти прижимных шпилек. Колеса задних мостов сдвоенные.

Самосвал комплектуется четырехтактным восьмицилиндровым дизельным двигателем модели КамАЗ-740, оснащенным системой жидкостного охлаждения.

Система охлаждения рассчитана на всесезонное применение антифриза. Максимальная мощность двигателя, равная 210 л.с. достигается при 2600 оборотах вала в минуту.

Эскизная компоновка проектируемого тратора приведена на рисунках 2.2, 2.3.

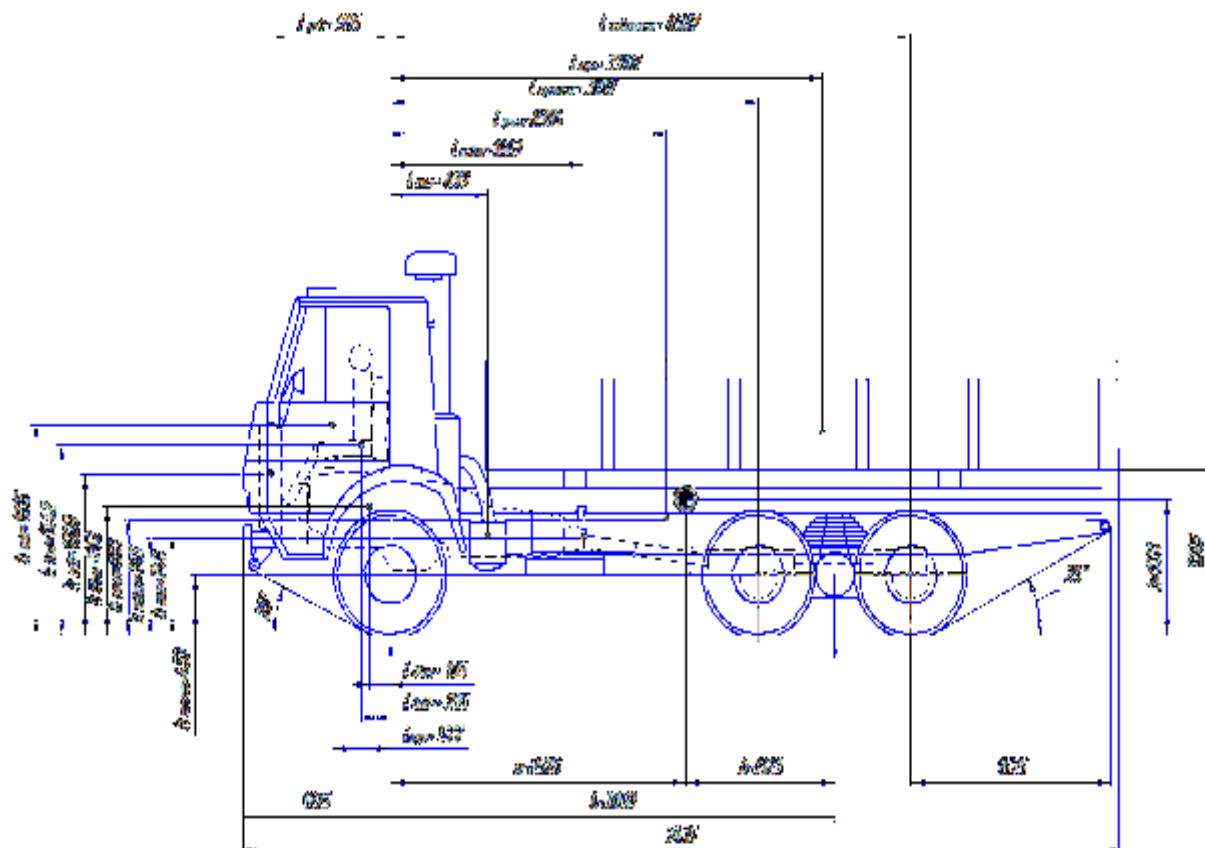


Рисунок 2.2 – Эскизная компоновка проектируемого автомобиля, вид слева

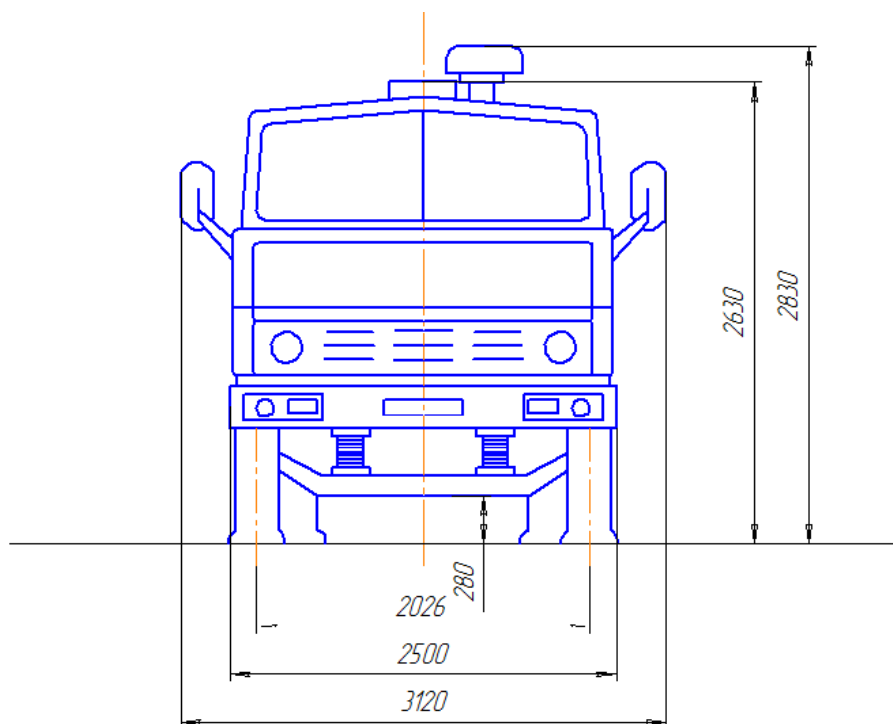


Рисунок 2.3 – Эскизная компоновка проектируемого автомобиля, вид спереди

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Состояние изучаемого вопроса

Работоспособность дизельного двигателя при низкой температуре напрямую зависит от особенностей дизтоплива. При его охлаждении начинают образовываться кристаллы парафина, что приводит к потере текучести. Для летних марок дизельного топлива критичной является температура $\approx 5^{\circ}\text{C}$. Зимняя солярка, согласно ГОСТу, начинает густеть при $\approx 30\text{--}35^{\circ}\text{C}$. Помимо этого, кристаллы парафина могут забить фильтр и топливопровод, то есть вообще остановить подачу топлива.

На практике проблемы с запуском дизеля возникают еще до достижения предельных температур. Поэтому без использования подогревателей дизельного топлива не обойтись. Единственный способ эффективного удаления кристаллов парафина – подогрев дизельного топлива перед запуском двигателя.

Типы подогревателей дизельного топлива.

Купить подогреватели дизельного топлива вы можете у нас. Стандартные приборы стоят недорого, но достаточно эффективны и надежны. Мы предлагаем несколько вариантов подогревателей дизельного топлива «Номакон» (Беларусь), проточные подогреватели дизельного топлива «Платан» (г. Пенза) и немецкое устройство Thermoline для прогрева топливопровода.

Электроподогреватели дизельного топлива полностью безопасны, позволяют нагреть топливо до необходимой температуры, не разрядив при этом аккумулятор. Подогреватели дизельного топлива «Номакон» имеют разный диаметр и высоту, их можно приспособить практически к любому корпусу фильтра. Большинство представленных в нашем сервисе моделей имеют функцию саморегуляции.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат							
Разраб.		Малолетков Н.А.						Лит.	Лист	Листов	
Провер.		Усенков Р.А.								1	49
Реценз.											
Н. Контр.		Хафизов Р.Н.									
Утверд.		Хафизов К.А.									
								Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ			

Особенности каждого типа нагревателя дизтоплива

- Бандажные предпусковые подогреватели «Номакон» прогревают фильтр тонкой очистки топлива. Его рекомендуется включать за 10 – 15 минут до запуска двигателя.

Проточные подогреватели дизельного топлива устанавливаются в разрез магистрали подачи топлива, до фильтра тонкой очистки. Эти подогреватели разогревают топливо, поступающее в фильтр. Работают в автоматическом режиме, что позволяет поддерживать требуемую температуру дизтоплива.

- Подогреватели дизтоплива ленточного типа, могут быть посажены на всю длину топливопровода.

- Подогреватели дизельного топлива стержневого типа устанавливаются на фильтры-сепараторы для их прогрева. Тип работы – предпусковой режим.

- Предпусковые нагреватели дизтоплива, устанавливаемые на бак. С их помощью подогревают дизельное топливо перед его подачей в топливозаборник. Могут использоваться, как перед запуском двигателя, так и непосредственно в процессе движения автомобиля.

На рынке представлены готовые решения, которые имеют возможность подогрева и устанавливаются для замены штатных элементов. Главным недостатком подобных устройств является их завышенная стоимость. По этой причине многие автолюбители предпочитают реализовать подогрев дизельного топлива своими руками.

Основной источник проблемы с запуском — образование кристаллов парафина в дизельном топливе при низких температурах, что приводит к тому, что оно превращается в желе. Далее следует закупорка, которая нарушает пропускную способность, а значит количество топлива, поступающего в двигатель, уменьшается. Результат — снижение мощности мотора (он глохнет).

Предотвратить загромождение можно следующим способом: в дизельное топливо нужно добавить керосин, бензин специальные присадки. Стоит заметить, что этот метод эффективен не всегда. Он имеет ряд ограничений.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Кроме того, присадки могут быть низкого качества, что может нанести непоправимый вред мотору. Иногда и само топливо некачественное или не соответствует сезону, что также неблагоприятно скажется на работе топливного фильтра.

Дизельное топливо — температурные характеристики

Температурные характеристики ДТ предусмотрены ГОСТ 305-82. Требования следующие:

- температура застывания топлива, рассчитанного на использование в зимних условиях в местностях с умеренным климатом должна быть не более -35°C ;
- температура помутнения аналогичного продукта должна быть не более -25°C .

Конечно, топливо в дизеле соответствует ГОСТ далеко не всегда. Поэтому реальная температура может изменяться, а диапазон изменений можно проверить исключительно на практике. Чаще всего нормальное функционирование двигателя возможно только при температуре не ниже -20° . Сегодня уже существует проект нового стандарта, в котором будут описаны новые требования к дизельным двигателям, используемым в холодное время года. В частности низшие температурные пределы будут следующими:

- -20°C при запуске мотора,
- -15°C при запуске дизельного двигателя;
- -10°C при использовании турбированного двигателя.

В случае применения специальных устройств для облегчения запуска указанные значения могут быть ниже (-30 , -25 и -22°C), что указано в примечании к акту.

Часто зарубежные производители не учитывают особенности климата нашего региона, в связи с чем автомобили попросту не адаптированы для эксплуатации в условиях холодных морозных зим нашей страны.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Как облегчить старт авто при низких температурах?

Наиболее эффективный метод — подогрев дизельного топлива. Для облегчения работы топливного насоса можно подогревать бак. Однако это может вызвать замерзание солянки в процессе движения по топливопроводу. А это значит, что нужно утеплять и топливопровод. Самое важное — подогреть топливный фильтр надлежащим образом. Ведь именно в нем скапливается основная часть парафина, который образуется при низкой температуре.

Зачем подогревать топливный фильтр?

Вот проблемы, с которыми сталкиваются автовладельцы в холодное время года:

- сложности с запуском мотора;
- снижение мощности дизельного двигателя;
- провалы в работе дизеля.

Причина всех описанных явлений — парафин. Он входит в состав дизельного топлива и кристаллизуется при значительном снижении температуры. Функции фильтра нарушаются (подача топлива прекращается или осуществляется в неполном объеме) вследствие того, что размеры кристаллов парафина превышают размер его пор.

Кустарные методы — стоит ли к ним прибегать?

В борьбе с парафином автомобилисты импровизируют и прибегают к довольно сомнительным методам, а именно: подогревают фильтры паяльными лампами и факелами, смешивают топливо с керосином и бензином. Не стоит пробовать эти способы. Они не только могут спровоцировать ряд негативных последствий, но и попросту неудобны. Тем более, что существуют проверенные работающие методы.

Присадки депрессаторы или электрические подогреватели? Что выбрать?

В начале рассмотрим присадки.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Использование специальных присадок или депрессаторов, а также устройств, которые работают на электрической или тосольной основе — самый актуальный метод борьбы с парафином на сегодня. В результате их использования образование крупных парафиновых кристаллов предотвращается.

Однако здесь стоит учитывать два нюанса:

- Стоимость топлива возрастает;
- Присадки эффективны не всегда. Применять их рекомендуется только до момента похолодания. Если же температура понизилась до -5° , процесс кристаллизации парафина уже идет, а значить депрессаторы не дадут никакого эффекта.

Теперь о подогревателях

Наиболее эффективны в борьбе с кристаллизацией (в любых климатических условиях) — комбинированные и электрические системы, которые подогревают топливо и расплавляют уже образовавшиеся кристаллы. При этом электроподогреватель, расположенный на фильтре грубой очистки отвечает за подогрев перед запуском, который потребуется для накопления топлива и его последующего использования для разогрева и запуска дизеля. А что с обогревом в процессе эксплуатации? Он осуществляется за счет нагретой обратки, которая может работать вместе с подогретым тосолом.

Электроподогреватель запускается из салона автомобиля. Мощность устройства может меняться в зависимости от расхода дизельного топлива:

- 15-150 Вт — при номинальном напряжении питания 12 В;
- 25-275 Вт — при напряжении 24 В.

Такой подогрев подогревает топливный фильтр до нужной температуры и позволяет расплавить кристаллы парафина в течение всего 3-5 минут. Даже, если температура эксплуатации достигает -40° . Если же использовать комбинированный подогреватель после нагревания обратки и охлаждающей

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

жидкости в топливозаборниках до 40-50°, электрообогрев фильтра можно отключить.

Плюсы использования устройства подогрева топливного фильтра:

- Увеличение максимального пробега автомобиля;
- Компенсация затрат на оборудование. Это происходит за счет использования качественных дорогостоящих присадок, уменьшения износа дизеля во время холодного запуска, сохранения ресурса аккумуляторной батареи и пр.

Виды подогревателей

Подогреватели имеют разное функциональное назначение, а потому могут быть разных видов:

- накладной бандажный для подогрева фильтров тонкой очистки;
- ленточный гибкий, который подогревает топливопроводы и фильтры;
- проточный, установка которого происходит перед топливными фильтрами тонкой очистки;
- подогреваемые насадки, подогревающие штатные топливозаборники;
- стержневой, который используется с системами фильтров-сепараторов;
- подогреваемые топливозаборники, которые применяются в топливном баке как замена штатных.

Рассмотрим некоторые из видов подробнее.

Накладной бандажный

Электрический бандажный подогреватель, представляет собой накладную обойму, которая устанавливается на корпус фильтра снаружи и подогревает топливо в фильтре перед запуском мотора. Аккумулятор автомобиля является источником питания..

Проточный

Выступает как дополнительная часть топливной системы. Устанавливается перед топливным фильтром тонкой очистки в разрезе штатного топливопровода. Результат — обеспечение подогрева топлива в ходе работы двигателя (маршевый режим обогрева).

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Ленточный гибкий

Обеспечивает внешнюю теплоизоляцию и электроподогрев элементов топливной магистрали, куда входят и топливопроводы, и корпус топливного фильтра. Подогрев возможен как накануне запуска, так и в процессе работы двигателя.

Подогреваемые насадки

Устанавливаются на штатные топливозаборники и обеспечивают забор топлива из бака в холодный сезон, когда температура снижается до -40°C . В результате подогрева топлива с помощью электронагревателя насадки уменьшается его вязкость. Источник питания — бортовая сеть автомобиля.

Вывод

Автоматические системы подогрева (СПА) представляют собой сочетание вышеописанных устройств в виде единой системы, функционирующей под управлением электронного блока. СПА позволяют комплексно решать возникающие проблемы..

В состав такой системы входят:

- подогреватели разных видов (бандажный, ленточный гибкий, проточный и пр.);
- датчик температуры топлива и контрольный блок, которые устанавливаются в моторном отсеке;
- пульт управления СПА, расположенный в водительской кабине.

Использование СПА позволяет автоматизировать подогрев и значительно облегчить эксплуатацию дизельного двигателя в холодный сезон. Помимо того, СПА предотвращают возможные неисправности, в том числе при снижении напряжения в электросети автомобиля.

3.2 Литературно-патентный анализ

Патент RU 2244149. Устройство для подогрева дизельного топлива в топливозаборнике. Авторы: Полухин М.В. (RU).

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Устройство для подогрева содержит радиатор, фланец, позисторы, крышку, контакт, шпильки с гайками, втулку, сетку фильтра и провод.

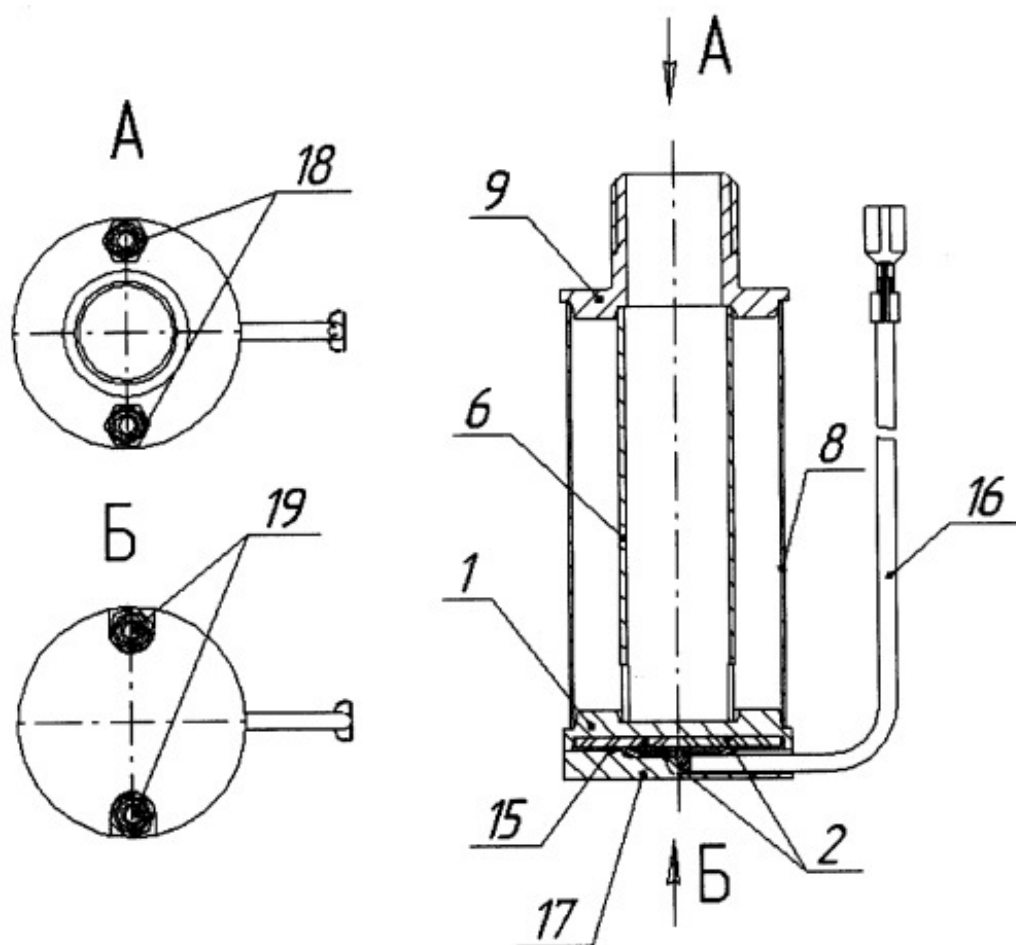


Рисунок 3.1 - Устройство для подогрева дизельного топлива в топливозаборнике. (Патент RU 2244149).

Подогреватель дизельного топлива охлаждающей жидкостью двигателя изготовленный своими руками позволяет использовать дизельное топливо в условиях очень низких температур. Исключает его замерзание и образование конденсата в топливной системе. Общий вид подогревателя дизельного топлива Изложение идеи Расположение подогревателя дизельного топлива в моторном отсеке Подогреватель состоит из следующих деталей: корпус, змеевик большой, змеевик малый. Для изготовления потребуется: старый карданный вал от любого грузового автомобиля диаметром не менее 80 мм и длиной 250 мм. 2,5 метра медной трубки диаметром 8 или 10 мм. (в

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						8

зависимости от диаметра топливопроводов автомобиля). Медную трубку разделяем на 2 части: 2 метра и 50 см. Соединение устройства с системами охлаждения и топливоподачи Изготавливаем два змеевика диаметром 70 мм (большой) и 20 мм (малый). Собираем конструкцию так, чтобы малый змеевик находился внутри большого змеевика. Данную конструкцию нужно вставить в отрезок большой трубы с заглушенными концами. К заглушенным концам трубы, привариваем фланцы с выводом трубок наружу. Во фланцах проделываем отверстия и монтируем ниппели под тосол. Ниппели закрепляются на шланги охлаждающей жидкости автомобиля. Концы трубки большого змеевика подсоединяются к магистрали отсечки (обратки) топливной аппаратуры. Концы малого змеевика врезаются в магистраль подачи топлива. Финансовые затраты на реализацию идеи отсутствуют. Целесообразность идеи в северных районах температура воздуха в зимнее время нередко опускается ниже отметки -50°C . При необходимости эксплуатации дизельной техники в таких условиях возникает реальная угроза замерзания топлива в баке и трубопроводах. Использование дизельного топлива с индексом «Арктика» негативно сказывается на топливе и дизельной аппаратуре. К тому же качество дизельного топлива поставляемого в северные районы, мягко говоря, оставляет желать лучшего, в связи с чем нередко приходится приобретать «кота в мешке» и надеяться, что заправленное в бак топливо не подведет в самый неподходящий момент. Однако специфика службы не позволяет пожарным подразделениям устраивать себе выходные в особо холодные дни зимы, и остановка техники при выполнении боевых задач неприемлема.

1 Патрубок подачи охлаждающей жидкости
2 Обратная отсечка топлива в бак через змеевик
3 Подача топлива через малый змеевик
4 Корпус

Идея данного устройства в том, что дизельное топливо с обратки, проходя через тосол нагревается, попадая в топливный бак. При этом в баке образуется чаша тёплого топлива, откуда происходит его забор на подачу к аппаратуре.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Патент РФ №2219367. Система комплексного электроподогрева транспортных средств. Авторы: Велижанин С.В. Петров А.И. Подкопаев Е.Н.

Изобретение относится к устройствам для облегчения запуска двигателя внутреннего сгорания. Система, оснащенная подогревателем масла, расположенным в картере двигателя, и подогревателем охлаждающей жидкости, выполненным в виде трубчатого электронагревателя, снабжена комбинированным устройством со встроенными блоком зарядки аккумулятора, коммутации и управления насосом, распределительным устройством с блоком электрической защиты и пожаробезопасности с функцией устройства защитного отключения, программируемый таймер содержит датчик температуры, соединенный с одной стороны через блок-реле с электроподогревателем салона автомобиля, с другой - через комбинированное устройство и разветвители с электроподогревателями аккумулятора охлаждающей жидкости и преобразователем напряжения, в масляный поддон дополнительно установлен проточный подогреватель масла. Изобретение обеспечивает повышение надежности и эффективности при расширении функциональных возможностей, а также улучшение потребительских качеств системы.

Задачей, на решение которой направлено предполагаемое изобретение, является повышение надежности и эффективности при расширении функциональных возможностей, а также улучшение потребительских качеств системы комплексного электроподогрева транспортных средств.

Технический результат достигается тем, что система комплексного электроподогрева транспортных средств, оснащенная подогревателем масла, расположенным в картере двигателя, и подогревателем охлаждающей жидкости, выполненным в виде трубчатого электронагревателя, снабжена комбинированным устройством со встроенными блоками зарядки аккумулятора, коммутации и управления насосом, имеющим выходы для

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

подсоединения потребителей, которое соединено через пульт управления с аккумулятором транспортного средства и с циркуляционным насосом, а также с распределительным устройством, имеющим встроенный блок электрической защиты и пожаробезопасности с функцией устройства защитного отключения, а программируемый таймер содержит датчик температуры и соединен с одной стороны, через блок-реле с электроподогревателем салона автомобиля, с другой, через комбинированное устройство и разветвители, с электроподогревателями аккумулятора, охлаждающей жидкости и преобразователем напряжения, к которому подключены электроподогреватели масла, трансмиссии и топливной системы, а также аккумулятор транспортного средства и пульт управления, при этом в масляный поддон двигателя дополнительно установлен проточный подогреватель масла, соединенный через циркуляционный насос с электроподогревателем охлаждающей жидкости. Комбинированное устройство дополнительно снабжено блоком электрической защиты и пожаробезопасности с функцией устройства защитного отключения, преобразователь напряжения содержит устройства автоматического распределения нагрузки и автоматического переключения источников питания, а программируемый таймер оснащен узлами дистанционного управления и автоматического управления временем включения системы в зависимости от температуры окружающей среды, контролируемой внешним датчиком температуры, который расположен снаружи транспортного средства.

Предлагаемая система комплексного электроподогрева транспортных средств иллюстрируется структурным рисунком 3.2.

Система комплексного электроподогрева транспортных средств состоит из распределительного устройства 1, защищенного от внешних воздействующих факторов и имеющего встроенный блок электрической защиты и пожаробезопасности с функцией УЗО. Распределительное устройство 1 подключено к внешней сети и соединено посредством

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

соединительного шнура 2 через соединительный узел 3, установленный, например, на бампере транспортного средства, с комбинированным устройством 4. Комбинированное устройство 4 состоит из отдельных функциональных блоков: электрической защиты и пожаробезопасности с функцией УЗО, обеспечивающего защиту системы при отсутствии распределительного устройства 1; зарядки аккумулятора; коммутации; управления насосом и имеет выходы для подключения нескольких потребителей. Программируемый таймер 5 расположен в салоне транспортного средства, содержит встроенный датчик температуры и подключен через комбинированное устройство 4 и пульт управления 6 к аккумулятору транспортного средства 7. Программируемый таймер 5 управляет электроподогревателем салона автомобиля 8 через блок-реле 9, напряжение сети на который подается от комбинированного устройства 4. К выходам комбинированного устройства 4 через разветвители 10 присоединены электроподогреватели охлаждающей жидкости 11 и аккумулятора 12, а также преобразователь напряжения 13, который содержит устройства автоматического распределения нагрузки и автоматического переключения источников питания. К нагрузочным выходам преобразователя напряжения 13 подключены электроподогреватели: масла 14; трансмиссии 15; топливозаборника 16, расположенного в топливном баке; топливопровода 17; топливного фильтра 18. Аккумулятор 7 соединен с комбинированным устройством 4 через пульт управления 6 для зарядки и с выходом преобразователя напряжения 13 для подключения электроподогревателей при отсутствии внешней сети и при движении транспортного средства по команде с пульта управления 6 в ручном или автоматическом режимах. Система охлаждения транспортного средства оборудована проточным подогревателем масла 19, встроенным в масляный поддон, соединенным шлангами с рубашкой охлаждения двигателя 20 и через циркуляционный насос 21 с электроподогревателем охлаждающей жидкости 11. Для повышения эксплуатационно-потребительских свойств

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

системы в программируемый таймер 5 введены узлы дистанционного управления и автоматического управления временем включения системы в зависимости от температуры окружающей среды, контролируемой внешним датчиком температуры 22, который расположен снаружи транспортного средства и соединен с программируемым таймером 5.

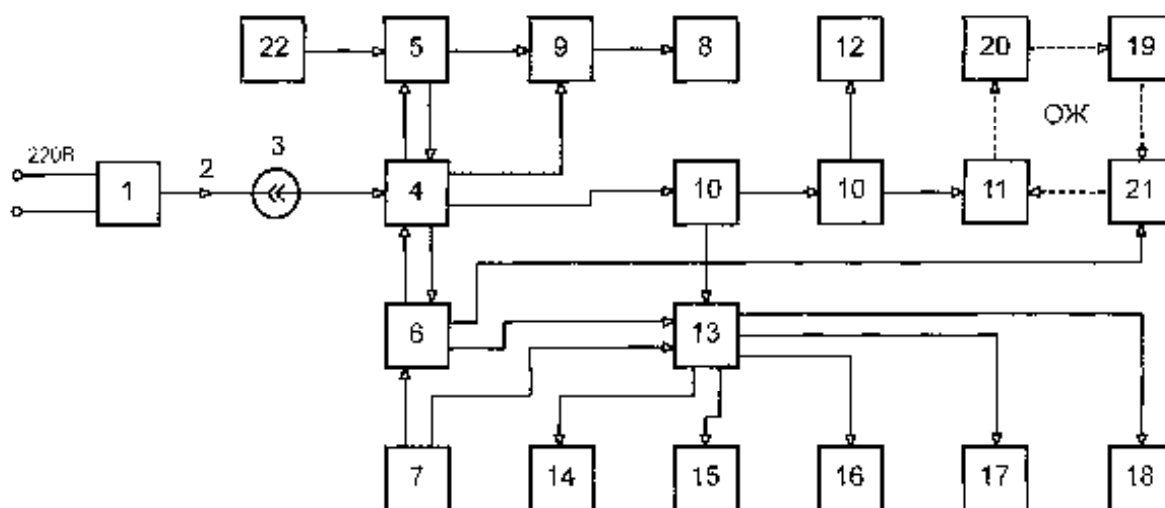


Рисунок 3.2 - система комплексного электроподогрева транспортных средств.

Система работает следующим образом: при подключении соединительного шнура 2 к распределительному устройству 1, напряжение сети 220 В запитывает через соединительный узел 3 комбинированное устройство 4, которое производит зарядку аккумулятора 7 в автоматическом режиме. По заданной программе, в которой указывается время готовности системы, программируемый таймер 5 автоматически определяет время включения системы в зависимости от температуры окружающей среды, контролируемой внешним датчиком температуры 22, и подает сигнал на включение реле комбинированного блока 4 и блока-реле 9. На выходах этих устройств появляется напряжение 220 В, которое подается посредством разветвителей 10 на электроподогреватели охлаждающей жидкости 11 и аккумулятора 12, преобразователь напряжения 13, а также на электроподогреватель салона автомобиля 8. Электроподогреватель салона 8

производит подогрев воздуха в салоне транспортного средства до заданной температуры, установленной заранее в программируемом таймере 5, который при помощи встроенного датчика обеспечивает процесс терморегулирования, управляя электроподогревателем салона 8 через блок-реле 9. В преобразователе 13 напряжение преобразуется до безопасного уровня (напряжения бортовой сети), после чего поступает на электроподогреватели: масла 14, трансмиссии 15, топливозаборника 16, топливопровода 17, топливного фильтра 18. Подключение электроподогревателей 14, 15, 16, 17, 18 к преобразователю напряжения 13 или к аккумулятору 7 происходит в ручном и автоматическом режиме через пульт управления 6 по желанию пользователя при предпусковом подогреве и при движении транспортного средства. Преобразователь напряжения 13 имеет устройство автоматического распределения нагрузки, которое производит перераспределение подключения электроподогревателей в зависимости от управляющих команд с пульта управления 6. Циркуляционный насос 21 производит прокачку охлаждающей жидкости через систему охлаждения двигателя и проточный подогреватель масла 19 циклами по команде комбинированного устройства 4 через пульт управления 6 в автоматическом режиме или в ручном режиме от аккумулятора 7. При автоматическом режиме в паузах происходит зарядка аккумулятора 7, а циркуляция охлаждающей жидкости обеспечивается за счет термосифонного эффекта электроподогревателя охлаждающей жидкости 11. Такой способ управления циркуляционным насосом 21 создает возможность экономично и эффективно производить равномерный прогрев двигателя. Происходит комплексный подогрев агрегатов, узлов транспортного средства и топлива, а также зарядка аккумулятора. Программируемый таймер 5, через заданное время, дает команду на отключение реле комбинированного блока 4, и все элементы системы на напряжение 220 В обесточиваются, при этом зарядка аккумулятора 7 продолжается до полного заряда и перехода в режим хранения.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Патент РФ 2196245. Устройство для подогрева топлива дизельных двигателей. Авторы Козловский И.Л. (BY), Козырко В.А. (BY), Чавлытко И. К. (BY)

Изобретение относится к двигателестроению, в частности к подогревателям дизельного топлива. Изобретение направлено на расширение технологических возможностей путем увеличения надежности запуска двигателя, автоматического подогрева топлива в зависимости от температуры окружающей среды и повышения быстродействия за счет увеличения теплоотдачи нагревательного элемента в единицу времени на единицу площади фильтра. Устройство для подогрева топлива дизельных двигателей содержит нагреватель топлива с рабочей теплообменной камерой и нагреватель с нагревательным элементом для фильтра тонкой очистки, датчик температуры, электронный блок управления, переключатель рода работ и блок питания. Нагреватель топлива включен в систему подачи топлива перед фильтром тонкой очистки и выполнен проточным, а нагреватель для фильтра выполнен в виде разрезного хомута с возможностью изменения своего диаметра и размещен коаксиально фильтру тонкой очистки топлива.

Изобретение относится к подогревателям дизельного топлива, сконструированных на нагревательных элементах с применением электронной системы управления и предназначены для уменьшения вязкости дизельного топлива, разжижения кристаллов парафина и растворения водного конденсата, образующихся в дизельном топливе при эксплуатации дизельной техники в зимнее время, когда в результате повышения вязкости топлива ухудшается его прокачиваемость и наблюдается закупорка фильтров тонкой и грубой очистки.

В основу заявленного изобретения поставлена задача расширения технологических возможностей путем увеличения надежности запуска двигателя, автоматическом подогреве топлива в зависимости от температуры

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

окружающей среды и повышения быстродействия за счет увеличения теплоотдачи нагревательного элемента в единицу времени на единицу площади фильтра.

Поставленная задача достигается тем, что в устройстве для подогрева топлива дизельных двигателей, содержащем нагреватель топлива с рабочей теплообменной камерой и нагреватель с нагревательным элементом для фильтра тонкой очистки, датчик температуры, электронный блок управления, переключатель рода работ и блок питания, согласно изобретения нагреватель топлива включен в систему подачи топлива перед фильтром тонкой очистки и выполнен проточным, а нагреватель для фильтра выполнен в виде разрезного хомута с возможностью изменения своего диаметра и размещен коаксиально фильтра тонкой очистки топлива; проточный нагреватель выполнен трехкамерным, нагнетательная и выводная камеры из которых снабжены радиаторами в форме однонаправленных спиралей Архимеда, а промежуточная камера снабжена нагревательным элементом; входной и выводной патрубки проточного нагревателя соединены с каналом, образованным началом витка спирали Архимеда радиатора нагнетательной камеры и каналом, образованным началом спирали Архимеда радиатора выводной камеры, а сами камеры сообщены одна с другой посредством промежуточной камеры, связывающей канал, образованный концом спирали Архимеда нагнетательной камеры, и канал, образованный концом спирали Архимеда выводной камеры; в устройстве один из входов электронного блока управления соединен с блоком питания, а другой вход соединен с переключателем рода работ, а один из входов-выходов электронного блока управления связан с входом-выходом проточного нагревателя, а другой вход-выход связан с входом-выходом нагревателя для фильтра; в устройстве электронный блок управления выполнен в виде электрически связанных между собой центрального процессора, светодиодного индикатора режима работ.

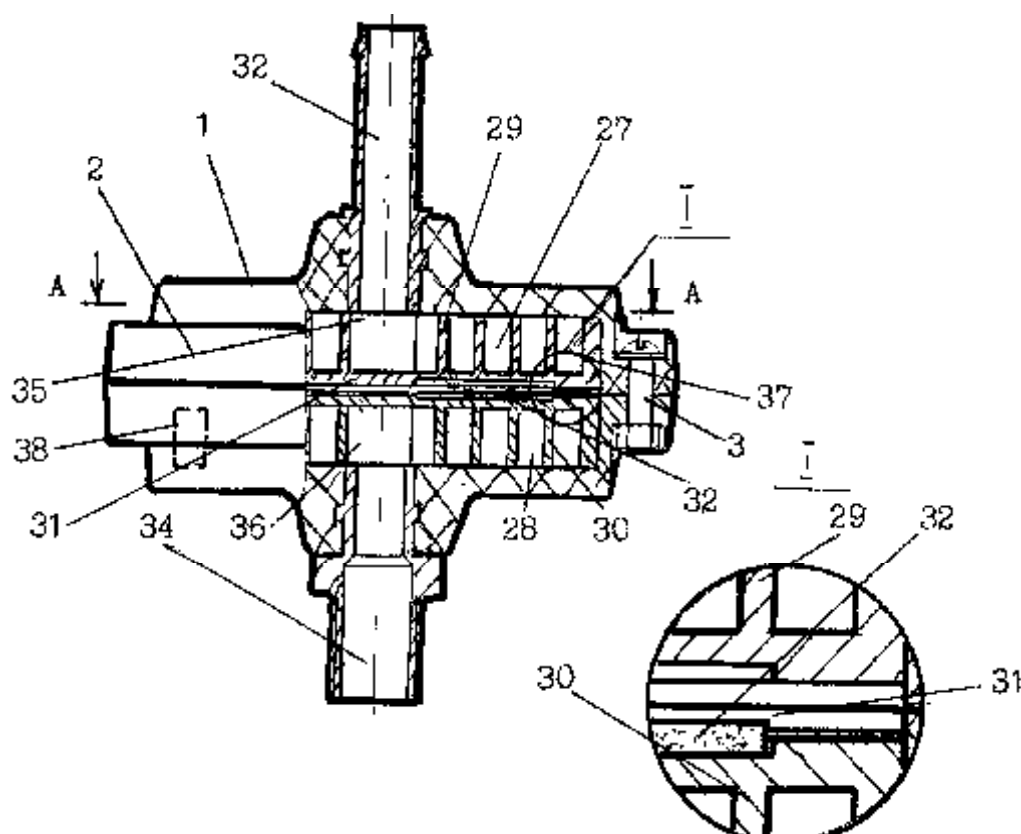


Рисунок 3.3- Устройство для подогрева топлива дизельных двигателей.
Патент РФ 2196245.

Устройство для подогрева топлива дизельных двигателей содержит проточный нагреватель 1.

Корпус 2 проточного нагревателя 1 выполнен составным и по линии разъема скреплен винтовым соединением 3. Устройство содержит также предпусковой нагреватель 4 с нагревательным элементом 5 для фильтра 6 тонкой очистки, датчик температуры 7, электронный блок 8 управления и блок 9 питания. Проточный нагреватель 1 включен в систему подачи топлива перед фильтром 6 тонкой очистки, а предпусковой нагреватель 4 с нагревательным элементом 5 в форме регулируемого хомута размещен коаксиально фильтра 6 тонкой очистки топлива.

Один из входов 10 электронного блока 8 управления соединен с блоком питания 9, а другой вход 11 соединен с переключателем рода работ, в качестве которого может быть использован замок зажигания 12 (или автономный переключатель, на чертеже условно не показан), а один из входов-выходов 13 электронного блока 8 управления связан с входом-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ

Лист

18

выходом 13 предпускового проточного нагревателя 1, а другой вход-выход 14 связан с входом-выходом 15 нагревателя 4 для фильтра 6.

Проточный нагреватель 1 выполнен трехкамерным, нагнетательная камера 27 и выводная камера 28 из которых снабжены радиаторами 29, 30 в форме однонаправленных спиралей Архимеда, а промежуточная камера 31 снабжена нагревательным элементом 32.

Входной патрубок 33 и выводной патрубок 34 проточного нагревателя 1 соединены с каналом 35, образованным началом витка спирали Архимеда радиатора 29 нагнетательной камеры 27 и каналом 36, образованным началом спирали Архимеда радиатора 30 выводной камеры 28, а сами камеры 27, 28 сообщены одна с другой посредством промежуточной камеры 31, связывающей канал 37, образованный концом спирали 30 Архимеда нагнетательной камеры 27 и канал 38, образованный концом спирали Архимеда выводной камеры 28.

Устройство для подогрева топлива дизельных двигателей работает по следующему запрограммированному технологическому циклу поворотом ключа замка 12 зажигания устройство вводят в режим предпускового положения - режим ожидания при подключенном аккумуляторе. Зеленый цвет светодиода индикатора 17 указывает на то, что температура окружающей среды более 5°C, или на то, что с момента остановки двигателя прошло не более 30 мин.

При понижении температуры ниже +5°C светодиод индикатора 17 загорается красным цветом. Это означает, что система подогрева готова к запуску. После поворота ключа в замке 12 зажигания через 15-20 с включают предпусковой нагреватель 4 (задержка предусмотрена для срабатывания свечей накала). Время работы предпускового нагревателя 4 3-5 мин в зависимости от температуры окружающей среды.

На протяжении работы нагревателя 4 светодиод индикатора 17 горит красным мигающим цветом. Об окончании работы предпускового

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

нагревателя 4 свидетельствует смена цвета индикации индикатора 17 на мигающий зеленый.

За время работы предпускового нагревателя 4 свечи накаливания остывают. Поэтому необходимо повторно повернуть ключ в замке 12 зажигания из положения "выкл. " в I-е положение и после срабатывания свечей накала запустить двигатель. Изменение цвета светодиода индикатора 17 на постоянный зеленый свидетельствует о включении проточного нагревателя 1. Проточный нагреватель 5 включают с временем перекрытия работы предпускового нагревателя на 3...5 с для исключения перегрузки АКБ.

После отработки процессором 16 команды времени задержки процессор 16 подает команду постоянного включения проточного нагревателя 1.

Весь цикл предпускового подогрева занимает до 4 до 6 мин в зависимости от температуры окружающей среды.

При остановке двигателя на время до 30 мин запуск двигателя осуществляют в обычном режиме после прогрева свечей. В этом случае включают только проточный нагреватель 1 (зеленый цвет светодиода индикатора 17). Более длительная стоянка (свыше 30 мин) сопровождается охлаждением двигателя до температуры окружающей среды, в связи с чем необходимо осуществить предпусковой прогрев. О необходимости такого прогрева система сигнализирует красным цветом светодиода индикатора 17. Порядок запуска двигателя в этом случае такой же, как было указано выше.

Патент РФ 2168650 Нагреватель дизельного топлива. Авторы патента: Ходыревская И.Ю., Сакум С.Э.

Изобретение относится к двигателестроению и может быть использовано в системах топливоподачи дизелей. Изобретение позволяет повысить эффективность работы топливного нагревателя, упростить его конструкцию, повысить надежность работы при повышенных диапазонах отрицательных температур. Нагреватель дизельного топлива содержит

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

корпус с патрубками подвода и отвода дизельного топлива, размещенный в корпусе электрический нагревательный элемент. Нижняя часть корпуса с прикрепленной к ней пластиной может быть выполнена съемной. Подвод топлива может быть выполнен в виде отверстий в нижней части корпуса, равномерно расположенных по окружности.

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к двигателестроению, и может быть использовано в системах топливоподачи дизелей, эксплуатируемых в условиях отрицательных температур как средство обеспечения холодного запуска двигателя.

Дизельные топлива, различающиеся фракционным составом и предназначенные для применения в зависимости от температуры окружающей среды, не полностью отвечают требованию обеспечения нормального режима функционирования систем топливоподачи дизельных двигателей при низких температурах, для которых в этих условиях эксплуатации свойственен интенсивный процесс кристаллизации, характеризующийся выпадением парафинов, забивающих фильтры и ухудшающих работу форсунок.

Нарушению топливоподачи способствует также повышенная вязкость топлива в зимних условиях, приводящих часто к полной потере текучести, вследствие чего либо невозможно осуществить запуск двигателя, либо после пуска он не способен развить полную мощность и глохнет из-за отсутствия нормальной подачи смесеобразования и сгорания топлива (Карницкий В.В. и др. Современные дизельные двигатели средней грузоподъемности, НИИ автопром, М., 1981, с. 31 - 32).

Поэтому в системах топливоподачи дизельных двигателей нашли применение устройства, в той или иной мере позволяющие обеспечить функционирование в условиях низких температур элементов системы топливоподачи, зависящих от физических параметров топлива.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

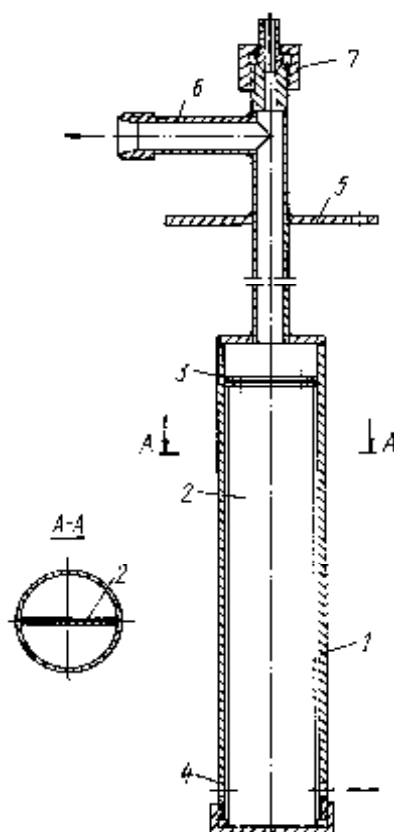


Рисунок 3.4- Нагреватель дизельного топлива. Патент РФ 2168650

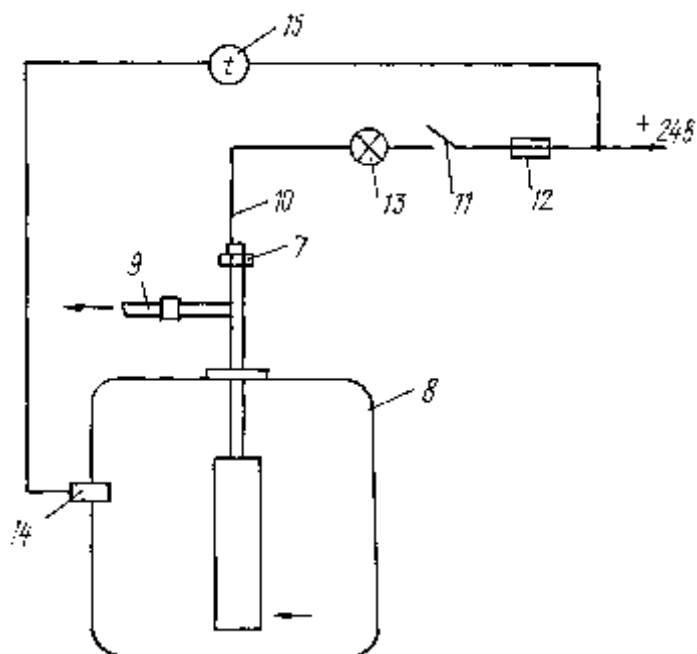


Рис 3.5 – Принципиальная схема топливной системы. Патент РФ 2168650

Задачей предлагаемого изобретения является повышение эффективности работы подогревателя, упрощение его конструкции, повышение надежности

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ

Лист

22

работы и компактности, расширение диапазона температур в условиях эксплуатации.

Поставленная задача достигается тем, что топливopодогpеватель, содержащий корпус, подвод и отвод дизельного топлива, размещенный в корпусе электрический нагревательный элемент, последний выполнен в виде металлической пластины с толстопленочным покрытием, закрепленной в нижней части корпуса, а на противоположном конце пластины в корпусе установлен фильтр грубой очистки.

Для упрощения конструкции, сборки и демонтажа нагревательного элемента нижняя часть корпуса выполнена съемной и в ней выполнены впускные окна, через которые топливо поступает к нагревательному элементу.

Проведенное сравнение с известными в науке и технике подогревателями топлива показало, что выявленные отличительные признаки предложенного топливopодогpевателя неизвестны, что подтверждает соответствие заявленного технического решения критериям "новизна" и "изобретательский уровень".

По сравнению с прототипом заявленный электрический нагреватель позволяет повысить эффективность подогрева топлива за счет активной поверхности нагрева, улучшить теплопередачу и равномерность подогрева топлива, исключить собственную тепловую инерцию подогревателя, благодаря чему его теплоотдача в топливо начинается почти мгновенно после включения электропитания, частицы парафина растворяются и фильтр быстрее подготавливается к работе, т.е. повышается быстродействие подогревателя.

Простота конструкции и удобство в эксплуатации выгодно отличает предлагаемый топливopодогpеватель от известных.

Работает предлагаемый электрический нагреватель топлива следующим образом.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Будучи установленным внутри корпуса 1 и зафиксированным в нем, нагреватель топлива всегда находится в затопленном топливом состоянии. При этом топливо через окна 4 поступает к нагревательному элементу 2 и омывает его. При включении нагревательного элемента в электрическую цепь аккумулятора ток протекает от "+" аккумулятора с номинальным напряжением 24 В через выключатель 11, плавкий предохранитель 12 на нагревательный элемент 2, проходит его и через отводящую шину уходит на корпус 1, массу автомобиля и клемму "-".

В результате протекания электрического тока по нагревательному элементу последний нагревается и передает тепло омывающим его порциям топлива. Нагретое тепло в результате конвекции поднимается кверху, а холодное топливо поступает к горячей поверхности нагревательного элемента 2 и процесс повторяется. Таким образом, постепенно прогревается все топливо, находящееся в объеме корпуса 1. Выпавшие из холодного топлива частицы парафина полностью растворяются и топливный фильтр готов к работе.

В схеме имеется контрольная лампа 13. Температура топлива регистрируется датчиком температуры 14 и термометром 15, включенным в электрическую цепь.

Так обеспечивается гарантированный подогрев топлива при включении подогревателя.

В дальнейшем по мере подогрева двигателя до нормальной рабочей температуры подогреватель отключают, а подогрев топлива осуществляется от нагретых масс двигателя.

Патент РФ 2162541 Устройство для подогрева дизельного топлива.
Авторы патента: Неупокоев А.В., Спивак Д.М., Мальцев С.Н.

Технический результат заключается в увеличении эффективности прогрева топлива и в снижении себестоимости изготовления.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Задачей предлагаемого изобретения является увеличение эффективности подогрева топлива, проходящего через устройство, а также снижение себестоимости изделия.

На рис. 3.6 показан общий вид устройства; на рис. 3.7 показана половина корпуса.

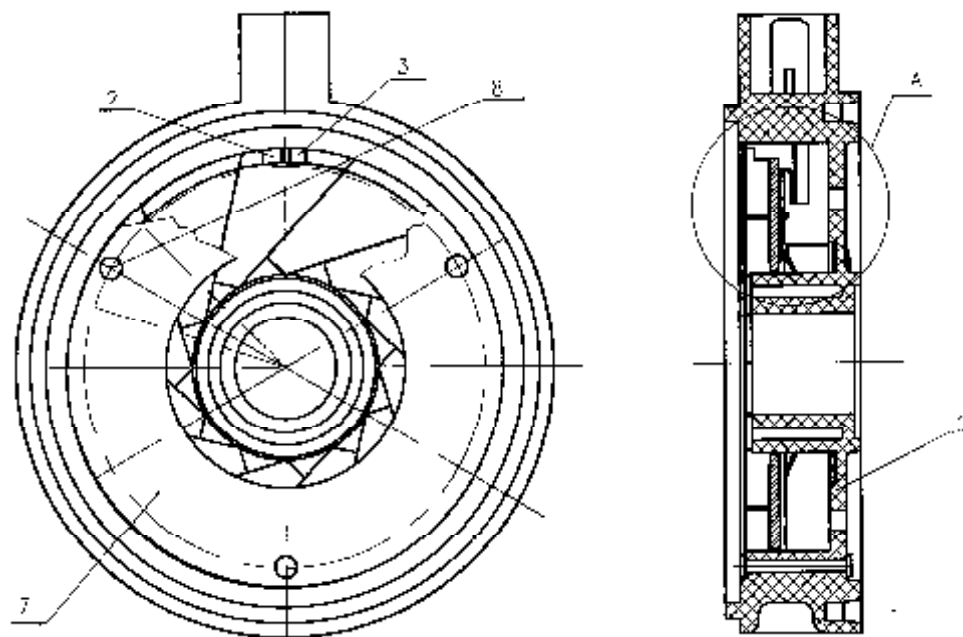


Рисунок 3.6- Устройство для подогрева дизельного топлива. Патент РФ 2162541.

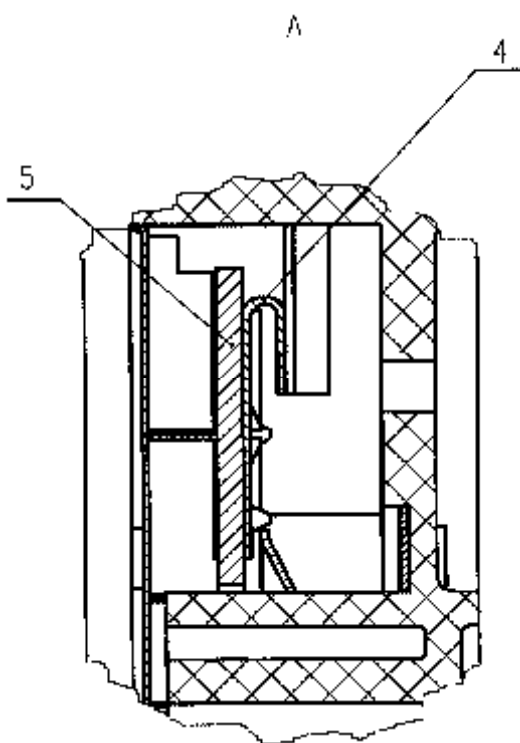


Рисунок 3.7 – Половина корпуса подогревателя.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ

Лист

25

Устройство для подогрева дизельного топлива состоит из сборного корпуса 1, в контакте с которым находятся позисторы 2, прижимаемые боковыми контактами 3 и прижимными планками 4, фиксируемые кольцом 5. Все вышеуказанные элементы устройства, а также сетка фильтра 6 зафиксированы с двух сторон крышками 7, шайбой 8 и винтом 9.

Устройство работает следующим образом.

При холодном пуске двигателя подают питание на нагревательные элементы (позисторы) 2. Топливо, находящееся внутри устройства, нагревается за счет тепла, выделяемого позисторами, при этом нагревается и сетка фильтра 6, обеспечивая тем самым освобождение от блокирующих ее парафинов. После запуска двигателя топливо, проходящее через корпус 1, прогревается и уже в нагретом состоянии поступает далее в топливную магистраль. Тем самым создаются условия, необходимые для обеспечения прокачиваемости сетки фильтра, а также предварительного нагрева топлива до его поступления в фильтр тонкой очистки.

Использование предлагаемого технического решения по сравнению с известным обеспечивает производство технологичного в изготовлении и эффективного в эксплуатации устройства для облегчения запуска двигателя и надежности работы топливной аппаратуры в холодное время года.

Патент РФ 2153596. Устройство для нагрева диэлектрических жидкостей. Авторы патента: Гулиев Гурбанали Гурбан оглы, Мутаев Ю.Г., Ахматов И.М.

Нагреватель может быть использован для нагрева топлива для ДВС, масел, хладонов. Нагреватель содержит выполненный в виде стакана пластмассовый корпус (1), снабженный штекерным элементом (2). В корпусе (1) установлены алюминиевые контактные пластины (3) и (4). В пластине (3) и дне корпуса (1) выполнены центральные отверстия, которые служат средством подвода (отвода) жидкости. Средством отвода (подвода) жидкости служит зазор, образованный между внутренней боковой поверхностью

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

корпуса (1) и пластиной (4). В пластине (3) выполнены расположенные друг напротив друга два радиальных паза 6, в которых размещены позисторы (5), имеющие форму прямоугольных пластинок. Между позисторами (5) и обращенными к ним поверхностями пластин (3) и (4) образованы каналы для прохода жидкости, сообщенные со средствами ее подвода и отвода. Каналы имеют форму щели, площадь поперечного сечения которой определяется по формуле. Технический результат заключается в повышении энергетического коэффициента полезного действия.

Устройство относится к саморегулируемым полупроводниковым нагревателям проточного типа и может быть использовано для нагрева топлива для двигателей внутреннего сгорания, масел, хладонов и других диэлектрических жидкостей.

Задача, на решение которой направленно заявляемое изобретение, - разработать устройство для нагрева диэлектрических жидкостей, обеспечивающее высокую теплопередающую способность при невысоком гидравлическом сопротивлении.

Технический результат - повышение энергетического к.п.д. устройства. Указанный технический результат достигается тем, что в устройстве для нагрева диэлектрических жидкостей, содержащем корпус, размещенные в нем контактные пластины, выполненные из электропроводного материала, между которыми установлен по меньшей мере один плоский саморегулируемый полупроводниковый нагревательный элемент, средства подвода и отвода жидкости, средство подвода электропитания к нагревательному элементу, состоящее из токоподводов, упомянутых контактных пластин, соединенных с последним посредством контакта, согласно изобретению саморегулируемый полупроводниковый нагревательный элемент установлен с зазором относительно по меньшей мере одной из контактных пластин с образованием сообщенного со средствами подвода и отвода жидкости щелевого канала, ограниченного четырьмя стенками, двумя из которых, ограничивающими канал по высоте,

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

служат обращенные друг к другу поверхности упомянутых контактной пластины и нагревательного элемента, средство подвода электропитания к нагревательному элементу снабжено по меньшей мере одним дополнительным контактом, размещенным в щелевом канале и связывающим пластину с нагревательным элементом, при этом площадь поперечного сечения упомянутого щелевого канала определяется по формуле $F=G/m$,

при условии, что $200 \leq m \leq 2000$,

где F - площадь поперечного сечения щелевого канала, m^2 ; G - расход жидкости, $кг/с$;

m - массовая скорость потока жидкости, $кг/м^2с$.

На рис. 3.8 представлен общий вид устройства для нагрева диэлектрических жидкостей (с пазами, выполненными на контактной пластине); на рис 3.9 - разрез А-А

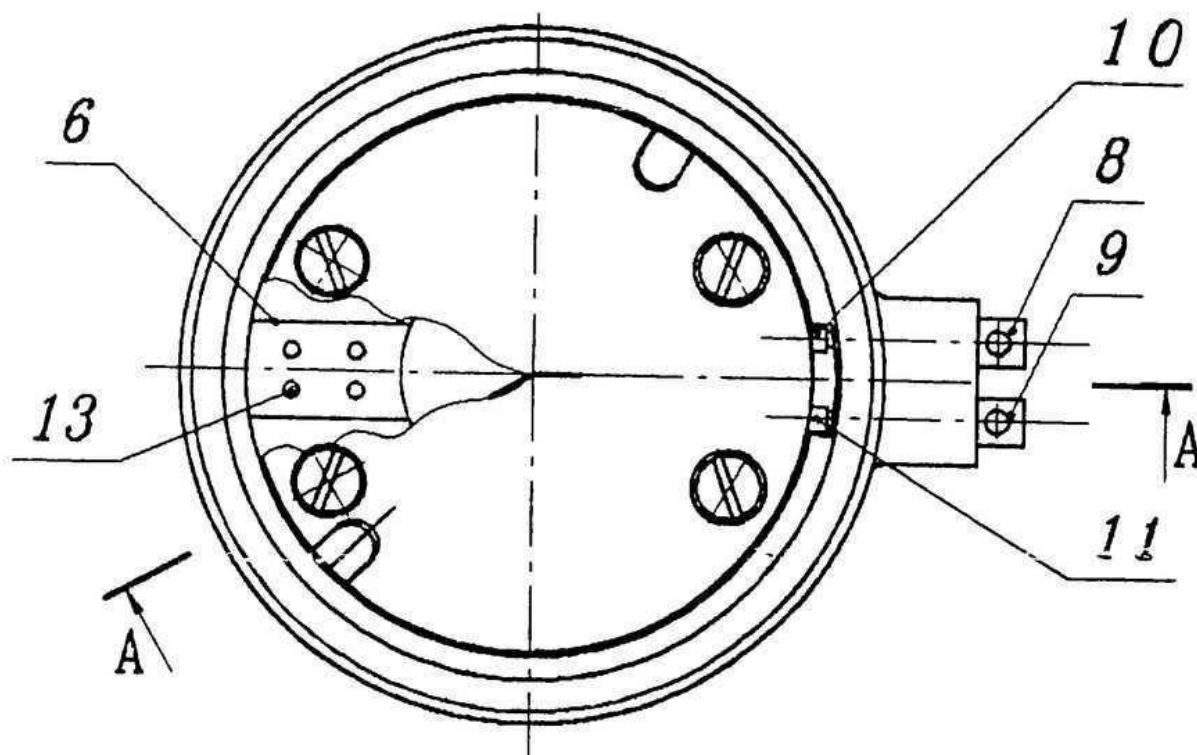


Рисунок 3.8 - Устройство для нагрева диэлектрических жидкостей.
Патент РФ 2153596.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ

Лист

28

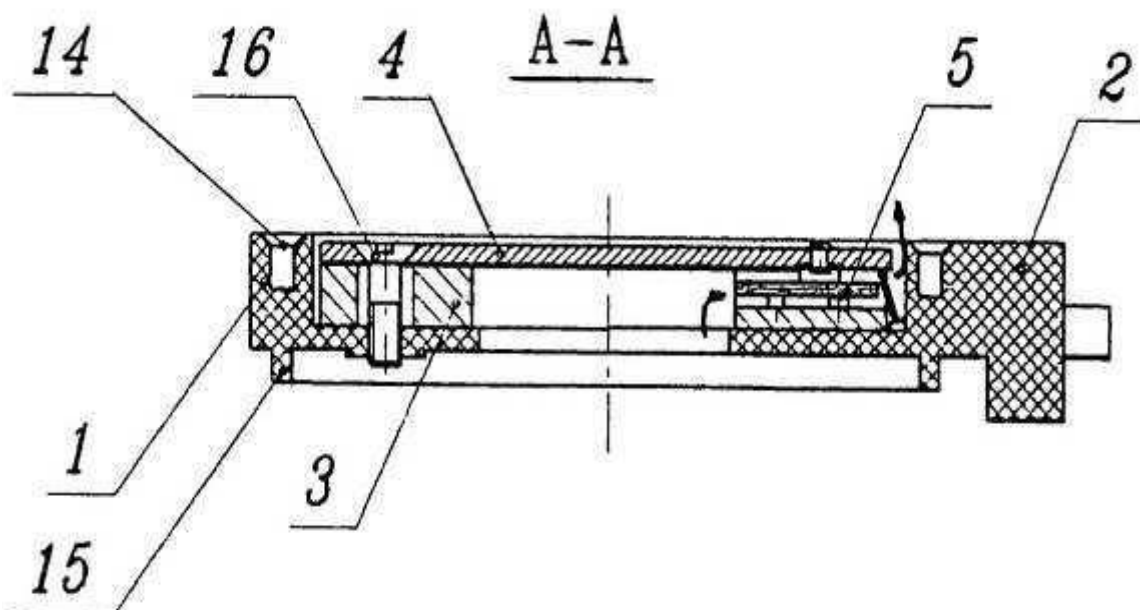


Рисунок 3.9- разрез устройства для нагрева диэлектрических жидкостей.
Патент РФ 2153596.

Устройство для нагрева диэлектрических жидкостей содержит выполненный из пластмассы корпус 1, имеющий форму стакана, в дне которого выполнено центральное отверстие, и снабженный радиально расположенным штекерным элементом 2. В корпусе 1 установлены выполненные из электропроводного материала, например алюминия, контактные пластины 3 и 4. При этом крайняя в осевом направлении относительно дна корпуса пластина 4 установлена с зазором относительно его боковой поверхности, который служит средством отвода (подвода) жидкости. В пластине 3, прилегающей к дну корпуса 1, выполнено центральное отверстие, соосное с упомянутым отверстием в дне корпуса 1. Оба эти отверстия служат средством подвода (отвода) жидкости. Между контактными пластинами 3 и 4 с зазором относительно каждой из них размещены два саморегулируемых полупроводниковых нагревательных элемента, представляющие собой позисторы 5, имеющие форму прямоугольных пластинок. Позисторы 5 установлены между упомянутыми пластинами с образованием целевых каналов по обе стороны от него, которые сообщены со средствами подвода и отвода жидкости. В

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ

Лист

29

соответствии с одним из вариантов возможного выполнения устройства для образования щелевых каналов на пластине 3 выполнены два расположенных друг напротив друга радиальных паза 6, ширина которых определяется размером позистора, а глубина складывается из размеров высот h щелевых каналов по обе стороны от позистора 5 и толщины последнего. В этом варианте выполнения устройства обращенные друг к другу поверхности контактных пластин покрыты слоем электроизоляционного материала, например лака. В соответствии с другим вариантом возможного выполнения устройства для образования щелевого канала предусмотрена выполненная из диэлектрического материала, например пластмассы, вставка 7, состоящая из двух элементов в виде одинаковых сегментов, соответствующих размерам контактных пластин 3 и 4, плотно примыкающая к их поверхностям. При этом сегменты отстоят друг от друга на расстоянии, соответствующем ширине позистора 5, а последний установлен в образованных этими сегментами промежутках. Толщина вставки складывается из высот h щелевых каналов по обе стороны от позистора 5 и толщины последнего. При этом сегменты имеют вырезы, периметры которых совпадают с периметром центрального отверстия в пластине 3.

Площадь поперечного сечения щелевого канала для нагрева жидкости, например дизельного топлива, $F = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ при массовой скорости $400 \text{ кг/м}^2\text{с}$. Величина массовой скорости выбрана для дизельного топлива при условии, когда энергетический к.п.д. имеет максимальное значение. При ширине паза $b = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ высота щелевого канала $h = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Для нагрева хладона R113 площадь поперечного сечения щелевого канала $F = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ при массовой скорости $1000 \text{ кг/м}^2\text{с}$. При той же ширине паза высота щелевого канала составляет $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Устройство снабжено средством подвода электропитания к позисторам 5, которое состоит из латунных токоподводов 8 и 9, закрепленных в штекерном элементе 2 корпуса 1 так, что их концы выступают внутрь корпуса 1, контактных пластин 3 и 4 с закрепленными на них выполненными из листового упругого материала,

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

например бериллиевой бронзы, контактов 10, 11, 12, а также контактов, представляющих собой выполненные за одно целое с пластиной 3 выступы 13. Для передачи электропитания от контактной пластины 3 к позисторам 5 и фиксации последних на заданном расстоянии от контактной пластины 3 для образования щелевого канала высотой h выступы 13 размещены в пазах 6 или в соответствии с другим вариантом в промежутках между элементами вставки 7, по четыре в каждом. При этом выступы 13 расположены друг напротив друга, имеют плоские торцы, которые для обеспечения хорошего контакта всей своей поверхностью плотно прилегают к позисторам 5. Высота упомянутых выступов равна высоте щелевого канала, а площадь их поперечного сечения зависит от потребляемого тока. Для передачи электропитания от пластины 4 к позисторам 5 и фиксации последних в заданном положении относительно пластины 4 с образованием щелевых каналов высотой h в пазах 6 или промежутках между элементами вставки 7 закреплены на контактной пластине по одному в каждом канале контакты 12, выполненные в виде дугообразно изогнутых полосок с отогнутыми наружу концами, плотно прижатыми для обеспечения хорошего контакта к позисторам 5.

Контакты 10 и 11 одними концами с помощью заклепок закреплены на пластинах 3 и 4 соответственно, а другими концами плотно прижаты к выступающим внутрь корпуса 1 токоподводам 8 и 9 соответственно. На торцевой поверхности боковой стенки корпуса 1 выполнен кольцевой паз 14, а на наружной поверхности дна корпуса - соответствующий ему кольцевой выступ 15, которые предназначены для герметичного присоединения устройства к соответствующему узлу, где требуется обеспечить нагрев жидкости, например, к фильтру тонкой очистки топлива автомобиля. В этом случае в пластине 4 выполнено отверстие, соосное с центральным отверстием дна корпуса (на чертеже не показано). Контактные пластины 3 и 4, а в другом варианте и вставка 7 плотно прижаты друг к другу и дну

корпуса 1 посредством четырех винтов 16, для чего в пластинах 3 и 4, вставке 7 и дне корпуса 1 выполнены по четыре отверстия.

Устройство работает следующим образом. Диэлектрическая жидкость, например дизельное топливо, подается в устройство через отверстие в дне корпуса 1 и пластины 3 и поступает в щелевые каналы по обе стороны позисторов 5, размещенных в пазах 6 или в соответствии со вторым вариантом - в промежутке между элементами вставки 7. При подключении устройства к источнику питания через токоподводы 8 и 9, контакты 10, 11, контактные пластины 3 и 4, контакты 12 и 13 электропитание подается на позисторы 5, в результате чего происходит нагрев последних. Посредством конвекции теплота от позисторов 5 передается проходящему по обе стороны от них по щелевым каналам дизельному топливу. Благодаря оптимальным размерам щелевых каналов, определенным по вышеуказанной формуле с учетом массовой скорости топлива, происходит турбулизация потока проходящего по этим каналам дизельного топлива, что приводит к повышению коэффициента теплоотдачи без значительного увеличения гидравлического сопротивления, в результате чего повышается энергетический к.п.д. Нагретое дизельное топливо из щелевых каналов через зазор между контактной пластиной 4 и корпусом 1 выходит из устройства. Вход и выход жидкости в устройство могут производиться и в обратном порядке: вход - через зазор между пластиной 4 и корпусом 1, а выход, в этом случае, через центральные отверстия в пластине 3 и дне корпуса 1.

При недостаточном расходе топлива или прекращении его подачи позисторы 5 нагреваются до расчетной температуры (точки отключения), при этом резко увеличивается их сопротивление и происходит падение потребляемого тока. Таким образом происходит процесс саморегулирования температуры и перегрев жидкости исключается.

Патент РФ 2133869. Электронагревательное устройство. Авторы патента: Неяченко И.И.

Изобретение может быть использовано в двигателестроении. Технический результат заключается в повышении эффективности теплопередачи от нагревательных пластин к корпусу нагревателя и повышении надежности электрического контакта пластин с корпусом. Электронагревательное устройство содержит корпус, нагревательные пластины, пружинные элементы, электрод, изоляторы пластин и изолятор электрода. Пружинные элементы выполнены из металлической ленты с шириной, соразмерной ширине нагревательных пластин. Пружина выполняется из упругих элементов по числу пластин, а сжатие упругих элементов выполняется электродом, помещаемым между упругими элементами и соединенным с проводом электропитания. Упругие элементы пружины могут иметь упругие выступы, обращенные к противоположному элементу и размещенные в регулярном порядке так, что выступ одного элемента совпадает с отсутствием выступа на противоположном элементе.

Для достижения поставленной цели предлагается использовать прижимную пружину, состоящую из одного или нескольких элементов по числу используемых нагревательных пластин. При этом нагревательные пластины, выполненные из электрорезистивного материала с положительным температурным коэффициентом сопротивления, и элементы пружины помещаются в полость корпуса, имеющего щелевидную полость с плоскими стенками, при ненапряженном состоянии элементов пружины. Сжатие элементов пружины и прижим пластин к корпусу происходит при помещении электрода между элементами пружины за счет толщины электрода. При этом трение скольжения происходит только между элементами пружины и электродом, что позволяет использовать жесткие пружинные элементы, а следовательно, обеспечивать большую силу

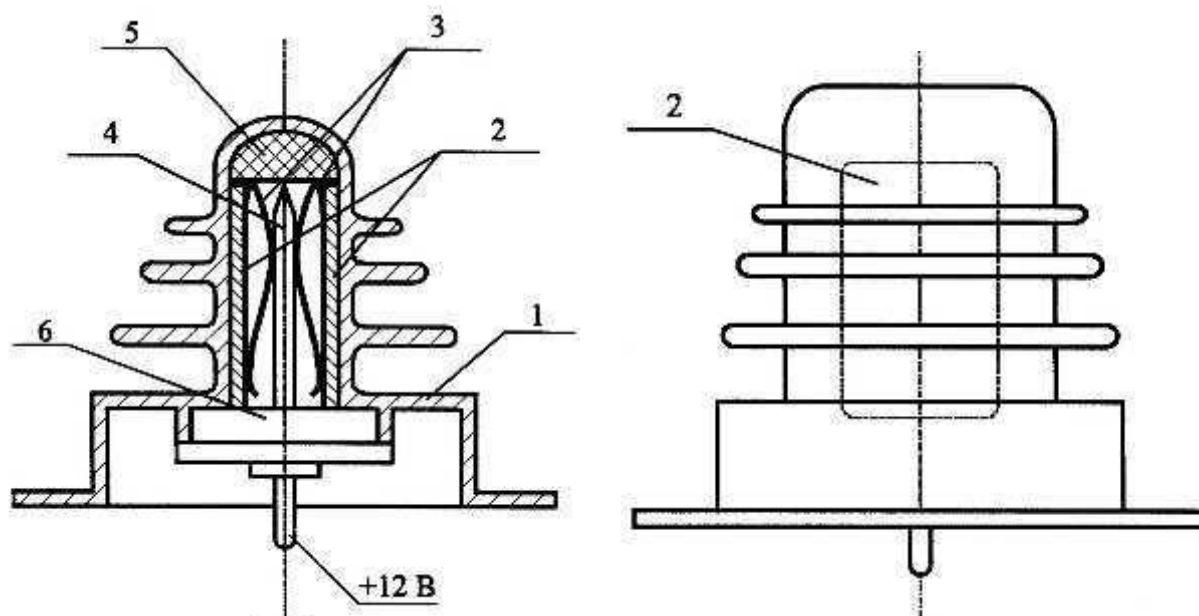
					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

прижатия нагревательных пластин к корпусу без риска повреждения их поверхностей, т.е. достигать цель изобретения.

Для достижения компактности пружинного узла можно использовать пружинные элементы в виде контактных пластин с упругими выступами, расположенные в регулярном порядке по поверхности контактных пластин и обращенных к противоположной контактной пластине таким образом, что выступ на одном элементе соответствует отсутствию выступа на противолежащем элементе. Такое решение позволяет выполнить конструкцию нагревательного устройства максимально компактной, что имеет большое значение при размещении нагревателя во впускной системе двигателя в отношении уменьшения его аэродинамического сопротивления.

Сущность изобретения поясняется на рис.3.10- 3.13.

На рис 3.10. и 3.11 изображено заявляемое электронагревательное устройство, содержащее корпус 1, нагревательные пластины 2, пружинные элементы 3, электрод 4, изоляторы пластин 5, изолятор электрода 6.

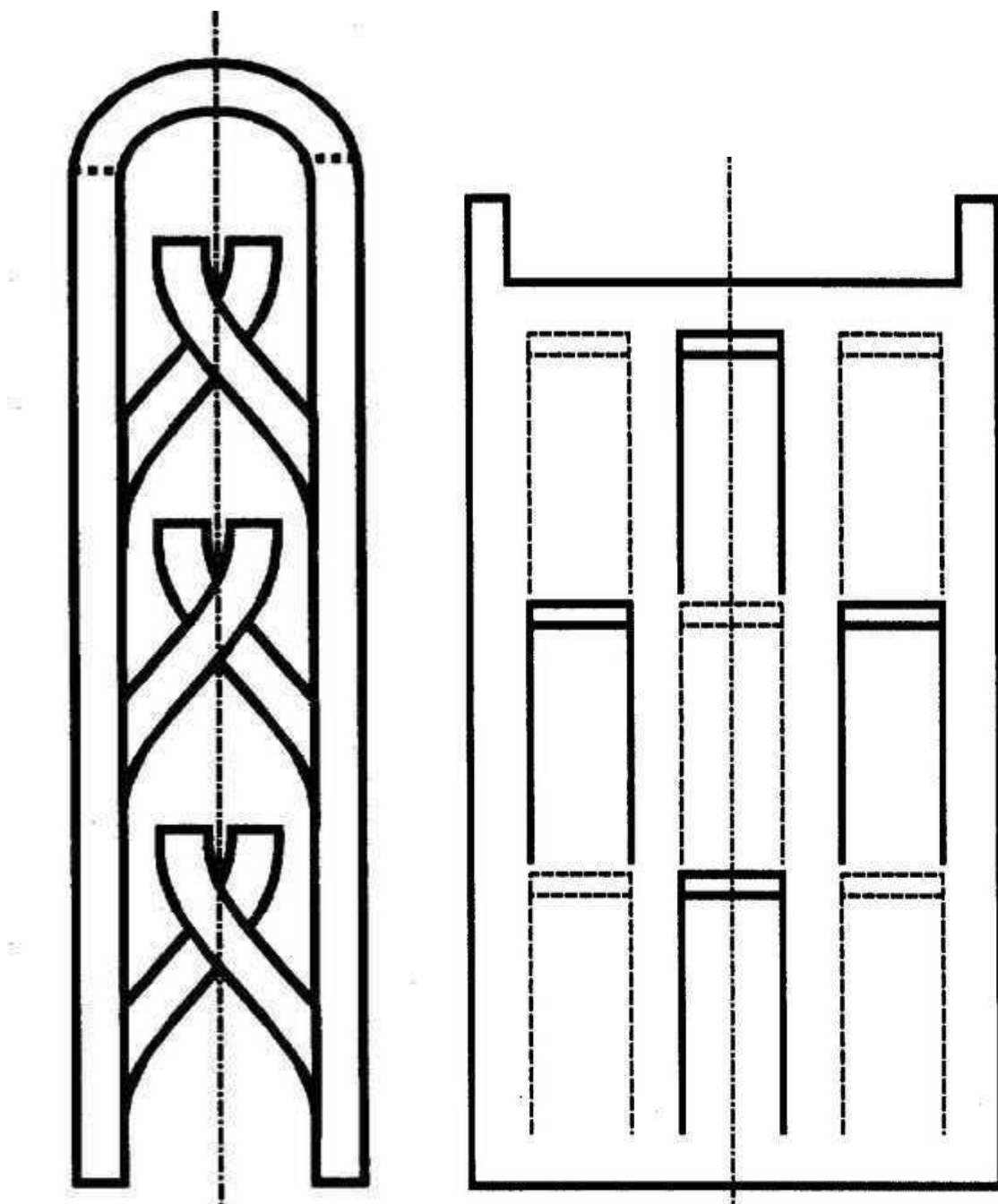


Рисунки – 3.10 и 3.11 электронагревательное устройство

Пружинные элементы 3 в данном случае показаны выполненными из металлической ленты с шириной, соразмерной ширине нагревательных пластин 2.

На рис 3.12 и 3.13 изображен вариант использования пружинных элементов с регулярными выступами.

Работает предложенная система обычным образом.



Рисунки 3.12 и 3.13 - вариант использования пружинных элементов с регулярными выступами.

Перед холодным пуском ДВС, например за 20 - 30 секунд до пуска, на нагревательный элемент 4 подается напряжение питания. Происходит разогрев пластин 2, ребер радиатора корпуса так, что периферийные зоны ребер имеют температуру не более 150°C, что при орошении этих зон

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ

Лист

35

бензином соответствует наилучшей теплопередаче, испарению легких фракций. По мере приближения к центру, т. е. к нагревательному элементу 4, температура ребер не превышает 220°C, что соответствует наилучшей испаряемости средних и тяжелых фракций бензина.

3.3 Описание разрабатываемой системы

Схема устройства для подогрева топлива для автомобиля КамАЗ - 55102 представлена на чертежах общего вида. На отдельном листе представлен сборочный чертёж топливозаборника с электронагревателем.

Устройство служит для подогрева топлива в баке с целью уменьшения деформации процесса сгорания, а соответственно и снижения расхода топлива и жёсткости работы дизеля. Система так же позволяет предотвратить застывание высокопарафинистого топлива в топливном баке, топливопроводах и фильтрах в зимнее время года при работающем дизеле. Кроме того, устройство снабжено дополнительным баком с низкотемпературным топливом для предотвращения застывания топлива в топливопроводах и фильтрах при длительных остановках двигателя в условиях низких температур.

Система устанавливается вместо штатного топливозаборника в топливный бак. Работает система следующим образом: перед остановкой двигателя система питания соединяется с дополнительным баком, заполненным зимним топливом. Для этого необходимо нажать кнопку S_2 на панели управления. В результате этого система переводится в автономный режим отключения: выключается система управления электронагревателем, переключаются электромагнитные клапаны на заполнение системы зимним топливом и спустя 20...30 секунд двигатель автоматически выключается посредством электромагнитного клапана дополнительной тормозной системы. После выключения замка зажигания система переходит в исходное состояние.

Запуск двигателя осуществляется на том же топливе, что и остановка. Одновременно с запуском система автоматически запитывается от генератора через выпрямительный блок нагревательный элемент в топливном баке. Когда температура двигателя достигает + 60°C срабатывает релейный блок и переключает электромагнитные клапаны на питание двигателя прогретым топливом из бака.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Система имеет встроенную защиту от перегрева топлива, датчик которой настроен на температуру + 35° С и установлен в топливном баке.

Для перевода системы с зимнего режима на летний (без подогрева) необходимо перевести выключатели S₃, S₄, S₅, расположенные на панели приборов из положения "З" в положение "Л".

3.4 Конструкторские расчеты

Исходные данные:

- температура окружающей среды $T_0 = 233 \text{ K}$;
- температура помутнения летнего топлива $T_{\text{плт.}} = 268 \text{ K}$;

Для обеспечения надёжной подачи топлива необходимо поддерживать температуру топлива в баке выше 268 К (желательна температура $T_{\text{ном}} = 303 \text{ K}$).

Параметры потока воздуха при $T_0 = 233 \text{ K}$ [3]:

$\nu = 12,8 \cdot 10^{-6} \text{ м / с}$ - кинематическая вязкость;

$\lambda = 2,28 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м·К}$ - теплопроводность;

$P_r = 0,716$ - критерий Прандтля;

$\Omega = 25 \text{ м/с}$ - скорость движения воздуха.

Критерий Рейнольдса:

$$R_e = \frac{\omega \cdot l}{\nu}, \quad (3.1)$$

где l - длина бака, м.

$$R_e = \frac{25 \cdot 1,02}{12,8 \cdot 10^{-6}} = 1,99 \cdot 10^6 > 2320$$

Следовательно, режим движения воздуха турбулентный.

Критерий Нуссельта:

$$N_u = 0,037 \cdot R_e^{0,8} \cdot P_r^{0,43}, \quad (3.2)$$

$$N_u = 0,037 \cdot (1,99 \cdot 10^6)^{0,8} \cdot 0,716^{0,43} = 3506,7$$

Определяем теплоотдачу стенками бака:

$$\alpha = \frac{N_u \cdot \lambda}{l}, \quad (3.3)$$

$$\alpha = \frac{3506,7 \cdot 2,28 \cdot 10^{-2}}{1,02} = 78,4 \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{К}$$

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Определяем количество теплоты, теряемое баком в окружающую среду при движении:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (T_{\text{ном}} - T_0) \quad (3.4)$$

где $F = 2,01 \text{ м}^2$ - суммарная площадь поверхности топливного бака.

$$Q = 78,4 \cdot 2,01 \cdot (303 - 233) = 11,03 \text{ кВт}$$

Проверяем возможность обеспечения нагрева таким нагревателем топлива в баке до температуры помутнения:

$$Q = 78,4 \cdot 2,01 \cdot (268 - 233) = 5,515 \text{ кВт}$$

Следовательно, для того, чтобы поддерживать температуру топлива в баке не ниже 268 К имеющейся мощности явно не хватит.

Определяем скорость движения топлива во всасывающем топливопроводе:

$$\omega_1 = \frac{G_c}{F}, \quad (3.5)$$

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.6)$$

где

$$F = \frac{3,14 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 2,826 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

$$\omega_1 = \frac{25 \cdot 10^{-6}}{2,826 \cdot 10^{-5}} = 0,88 \text{ м / с}$$

Определяем скорость движения топлива в сливном топливопроводе:

$$\omega_2 = \frac{G_0}{F}, \quad (3.7)$$

$$\text{где } G_c = G_0 - G_T, \quad (3.8)$$

$$G_c = 25 \cdot 10^{-6} - 12,4 \cdot 10^{-6} = 12,6 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$\omega_1 = \frac{12,6 \cdot 10^{-6}}{2,826 \cdot 10^{-5}} = 0,45 \text{ м / с}$$

Определяем числа Рейнольдса для топлива во всасывающем и сливном топливопроводах:

$$R_0 = \frac{\omega \cdot d}{\nu}, \quad (3.9)$$

где $\nu = 6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ - кинематическая вязкость топлива.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

$$R_{e_1} = \frac{0,88 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-6}} = 880 < 2320$$

$$R_{e_2} = \frac{0,45 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-6}} = 450 < 2320$$

В обоих случаях наблюдается ламинарный режим течения топлива.

Параметры топлива для данного интервала температур [12]:

$\nu = 6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ - кинематическая вязкость;

$\lambda = 0,1072 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ - теплопроводность;

$Pr = 87$ - критерий Прандля.

Определяем критерий Нуссельта для обоих случаев течения топлива:

$$Nu = 0,15 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \quad (3.10)$$

$$Nu_1 = 0,15 \cdot 880^{0,33} \cdot 87^{0,43} = 9,58,$$

$$Nu_2 = 0,15 \cdot 450^{0,33} \cdot 87^{0,43} = 7,68$$

Определяем теплоотдачу топлива к стенкам топливопроводов:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d}, \quad (3.11)$$

$$\alpha_1 = \frac{9,58 \cdot 0,1072}{6 \cdot 10^{-3}} = 171 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

$$\alpha_2 = \frac{7,68 \cdot 0,1072}{6 \cdot 10^{-3}} = 137 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Количество теплоты, передаваемое топливу в насосе:

$$Q_n = c \cdot m \cdot (T_1 - T_{п.л.т.}) \quad (3.12)$$

где $c = 3630 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$ - теплоёмкость топлива;

$m = 10,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ - секундная масса сливного топлива,

$T_1 = 12 + T_{п.л.т.}$ - температура подогрева топлива,

$$Q_n = 3630 \cdot 10,5 \cdot 10^{-3} \cdot (280 - 268) = 457,38 \text{ Вт}$$

Определяем потери теплоты в сливном топливопроводе при средней температуре топливопровода:

$$T_{CP} = \frac{T_1 + T_{п.л.т.}}{2}, \quad (3.13)$$

$$T_{CP} = \frac{280 + 268}{2} = 274 \text{ K}$$

где $F_2 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$, - наружный диаметр топливопроводов.

$$Q_T = 137,2 \cdot 0,196 \cdot 10^{-3} \cdot (274 - 233) = 1,1 \text{ Вт}$$

Следовательно, топливный бак со сливным топливом поступает теплоты:

$$Q_{C.T.} = Q_{II} - Q_T, \quad (3.15)$$

$$Q_{C.T.} = 457,38 - 1,1 = 456,28 \text{ Вт}$$

Общее количество теплоты подводимой к топливу в баке составит:

$$Q = Q_{C.T.} + Q_H, \quad (3.16)$$

где $Q_H = 125 \text{ Вт}$ - мощность нагревателя.

$$Q = 456,28 + 125 = 581,28 \text{ Вт}$$

Всасываемое топливо за счет этого подогревается.

$$\Delta T = \frac{Q}{c \cdot m_i} \quad (3.17)$$

где $m_i = 20,7 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ – секундная масса засасываемого топлива.

$$\Delta T = \frac{581,28}{3630 \cdot 20,7 \cdot 10^{-3}} = 7,74$$

Всасываемое топливо за счет этого подогревается до температуры:

$$T_T = 268 + 7,74 = 275,74 \text{ K}$$

Потери теплоты со всасывающего топливопровода составят:

$$Q = \alpha_1 \cdot F_1 \cdot (T_T - T_0), \quad (3.18)$$

$$Q = 171 \cdot 0,157 \cdot 10^{-3} (275,74 - 233) = 1,15 \text{ Вт}$$

Определяем температуру топлива на входе в насос:

$$T_{TH} = T_T - \frac{Q}{c \cdot m} \quad (3.19)$$

$$T_{TH} = 275,4 - \frac{1,15}{3630 \cdot 20,7 \cdot 10^{-3}} = 275,72 \text{ K}$$

Мощность нагревателя, равная 125 Вт, достаточная для устойчивой работы дизеля при $T_0 = 233 \text{ K}$ на летнем топливе и недостаточной для полного устранения деформации процесса сгорания, так как вязкость топлива при данной температуре

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

составляет $12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. При такой температуре, очевидно, не будет обеспечено оптимальное распыливание топлива, поэтому дополнительно к данному устройству необходимо подключить газотопливный теплообменник, мощность $Q_{\text{то}}$ которого равнялась бы 5... 10 кВт.

3.5 Теплообменный аппарат по подогреву топлива

3.4.1 Тепловой расчёт теплообменника

Начальные условия для расчета Задача расчета: нагреть топливо, поступающее из топливного бака, с температурой минус 5°C , в систему питания, до температуры 30°C . В качестве нагревающего теплоносителя применяются отработавшие газы с температурой $710\text{K}(437^\circ\text{C})$. В ТА один теплоноситель (теплоотдающий) - отработавшие газы, находящиеся во внутреннем объеме ТА, передает теплоту тепловое принимающему теплоносителю - дизельному топливу, через стенки латунных трубок расположенных внутри ТА.

Таблица 3.1 Исходные данные

Теплоносители	Начальные температуры теплоносителей, $^\circ\text{C}$	Конечные температуры теплоносителей, $^\circ\text{C}$
Греющий (отработавшие газы)	437	400
Нагреваемый (топливо)	-5	30

Таблица 3.2 Вид теплообменного аппарата

По принципу работы:	Поверхностный рекуперативный
По роду теплоносителей:	газ - жидкость
В зависимости от изменения агрегатного состояния теплоносителей:	без изменения агрегатного состояния
В зависимости от вида процесса теплообмена:	нагрев
По характеру движения теплоносителя относительно теплопередающей поверхности:	с принудительной циркуляцией
По роду теплового режима:	со стационарным процессом теплообмена
По виду (конфигурации) поверхности:	«труба в трубе»

3.4.2 Расчет расхода теплоносителей

Расход топлива двигателя от = 43.9 кг/ч, производительность подкачивающей помпы $G_{\text{т}} = 88 \text{ кг/ч}$ (0.024 кг/с)

Общий расход отработавших газов:

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G_2 = G_1 \cdot M_2 \cdot \mu_1 \quad (3.21)$$

где M_2 - общее количество продуктов сгорания, кмоль пр.сг./кг топл.

μ -масса 1 кмоль отработавших газов, $\mu_i = 29,8$ кг/кмоль [1].

$$G_2 = 43,9 \cdot 0,7376 \cdot 29,8 = 964,9 \text{ кг/ч} = 0,268 \text{ кг/с}$$

Количество отработавших газов, перепускаемое в ТА, принимается в объеме 25% от общего расхода отработавших газов, то есть:

$$G_2^I = 0,25 G_2 = 0,25 \cdot 0,268 = 0,067 \text{ кг/с}$$

3.4.3 Тепловой расчет ТА

Среднеарифметическая температура топлива:

$$T_{\text{топ}} = 0,5(T_{\text{топ}}^{II} - T_{\text{топ}}^I) = 0,5(-5 + 30) = 13^\circ\text{C} \quad (3.22)$$

где T_m^I , T_m^{II} - начальная и конечная температура топлива, $^\circ\text{C}$.

При температуре 13°C дизельное топливо имеет следующие физические свойства

$$\rho = 842,5 \text{ кг/м}^3, \quad C_p = 1,81 \text{ кДж/кг град}, \quad \lambda = 0,114 \text{ Вт/м град}, \quad P_r = 87 \text{ [14]}.$$

Тепловой поток Q , отданный в теплообменнике горячим теплоносителем колодному (количество передаваемого тепла):

$$Q = G_1^I \cdot C_{p_i} (T_m^{II} - T_m^I) \quad (3.23)$$

где C_{p_i} - удельная теплоемкость топлива при среднеарифметической температуре, кДж/кг град [14].

$$Q = 0,024 \cdot 1,81 (30 - (-5)) = 1,52 \text{ кВт}$$

Температура отработавших газов на выходе из ТА. В первом приближении принимается конечная температура дымовых газов 400°C :

$$T_2^{II} = T_2^I - \frac{Q}{G_2^I \cdot C_{p_i}} \quad (3.24)$$

где T_2^I – начальная температура дымовых газов, $^\circ\text{C}$;

C_{p_i} – удельная теплоемкость соответствующая 400°C ;

$$C_{p_i} = 1,151 \text{ кДж/кг град [14]}$$

$$T_2^{II} = 437 - \frac{1,52}{0,067 \cdot 1,151} = 418^\circ\text{C}$$

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Среднеарифметическая температура газа:

$$T_z = 0,5 (T_z^{\text{II}} - T_z^{\text{I}}) = 0,5 (418 + 437) = 428 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.25)$$

При этой температуре $C_p = 1,161$ кДж/кг град. [14], в результате второго приближения

$$T_z^{\text{II}} = 437 - \frac{1,52}{0,067 \cdot 1,161} = 418 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Среднеарифметическая температура газа при втором приближении:

$$T_z = 0,5 (T_z^{\text{II}} - T_z^{\text{I}}) = 0,5 (418 + 437) = 428 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

При температуре 428°C дымовые газы имеют следующие физические свойства: $\rho = 0,506$ кг/м³, $C_p = 1,161$ кДж/кгград, $\lambda = 0,0594$ Вт/м град, $Pr = 0,637$, $\nu = 64.84 \cdot 10^{-6}$ лг/с [14].

Среднеарифметический температурный напор (для противотока):

$$\Delta T_{cp} = \frac{(T_z^{\text{I}} - T_m^{\text{I}}) - (T_z^{\text{II}} - T_m^{\text{II}})}{\ln \frac{(T_z^{\text{I}} - T_m^{\text{I}})}{(T_z^{\text{II}} - T_m^{\text{II}})}} \quad (3.26)$$

$$\Delta T_{cp} = \frac{(437 - (-5)) - (418 - 30)}{\ln \frac{(437 - (-5))}{(418 - 30)}}$$

3.4.4 Конструктивный расчёт теплообменника

Скорости движения теплоносителей:

- топлива

$$\omega_1 = \frac{4 G_i^1}{\rho_i \cdot d_i^2 \cdot \pi} \quad (3.27)$$

где ρ_i - плотность топлива, кг/м³,

d_i - внутренний диаметр топливопровода, м.

$$\omega_1 = \frac{4 \cdot 0,024}{842,5 \cdot 0,006^2 \cdot 3,14} = 1,008 \text{ м/с}$$

- отработавших газов

$$\omega_1 = \frac{4 G_2^1}{\rho_i (D_1^2 \cdot 2d_2^2) \cdot \pi} \quad (3.28)$$

где ρ_i - плотность газов, кг/м³

d_2 - внешний диаметр топливопровода, м.

D_2 - внутренний диаметр корпуса ТА, м.

$$\omega_1 = \frac{4 \cdot 0,068}{0,506(0,065^2 - 2 \cdot 0,008^2) \cdot 3,14} = 56,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Критерии Нуссельта для потока теплоносителей:

- топлива

$$\text{Re}_i = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{\nu_1} \quad (3.29)$$

где ν – кинематическая вязкость топлива, м²/с,

$$\text{Re}_i = \frac{1,008 \cdot 0,006}{6 \cdot 10^{-6}} = 1008$$

- дымовых газов

$$\text{Re}_i = \frac{\omega_1 \cdot D_1}{\nu_1} \quad (3.30)$$

где ν – кинематическая вязкость газов, м²/с,

$$\text{Re}_i = \frac{56,3 \cdot 0,056}{64,84 \cdot 10^{-6}} = 48624$$

Критерии Нуссельта для потока теплоносителей:

- топлива при $\text{Re} 2300$ – режим движения ламинарный, значит [22];

$$\text{Nu}_i = 0,15 \cdot \text{Re}_i^{0,33} \cdot \text{Pr}_i^{0,43} \quad (3.31)$$

где Pr - критерий Прандля для топлива

$$\text{Nu}_i = 0,15 \cdot 1008^{0,33} \cdot 87^{0,43} = 10,03$$

- газов при $\text{Re} > 104$ - движение турбулентное, значит [7];

$$\text{Nu}_i = 0,0192 \cdot \text{Re}_i^{0,8} \cdot \text{Pr}_i^{0,43} \quad (3.32)$$

где Pr - критерий Прандля для газов.

$$\text{Nu}_i = 0,0192 \cdot 48624^{0,8} \cdot 0,637^{0,43} = 88,84$$

Коэффициент теплоотдачи:

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

- ТОПЛИВА

$$\alpha = \frac{Nu_i \cdot \lambda_i}{d_i} \quad (3.33)$$

где λ_i – теплопроводность топлива, Вт/м град.

$$\alpha = \frac{10,03 \cdot 0,114}{0,006} = 19,6 \frac{Вт}{м^2 \cdot град.}$$

- ГАЗОВ

$$\alpha = \frac{Nu_i \cdot \lambda_i}{d_2}$$

где λ_i – теплопроводность газов, Вт/м град.

$$\alpha = \frac{84,84 \cdot 0,0594}{0,008} = 659,6 \frac{Вт}{м^2 \cdot град.}$$

Учитывая результат загрязнения поверхности нагрева снижения коэффициента теплоотдачи на 20% [27] имеем:

$$\alpha_i^1 = 0,8 \cdot \alpha_i = 0,8 \cdot 659,6 = 527,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot град.}$$

Коэффициент теплоотдачи:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i^1}} \quad (3.34)$$

где δ – толщина сетки топиовопровода, м.

λ – теплопроводность топиовопровода (Латунь ГОСТ 21645-76),

$\lambda = 104$ Вт/м град [2].

$$K = \frac{1}{\frac{1}{190,6} + \frac{0,001}{104} + \frac{1}{527,7}} = 139,8 \frac{Вт}{м^2 \cdot град.}$$

3.4.5 Конструкторский расчёт ТА

Площадь поверхности теплообмена ТА:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta T_{cp}} \quad (3.35)$$

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F = \frac{1520}{139,8 \cdot 414} = 0,026 \text{ м}^2$$

Длина топливопровода ТА:

$$l = \frac{F}{\pi \cdot d_2} \quad (3.36)$$

$$l = \frac{0,026}{3,14 \cdot 0,008} = 1,04 \text{ м}$$

3.4.6 Расчет на прочность теплообменника

Расчет тонкостенного цилиндрического корпуса. Давление газов, воздействуя на торцовые днище или крышки цилиндра создает продольную разрывную силу P_2 , стремящуюся разорвать корпус по поперечному сечению А-А.

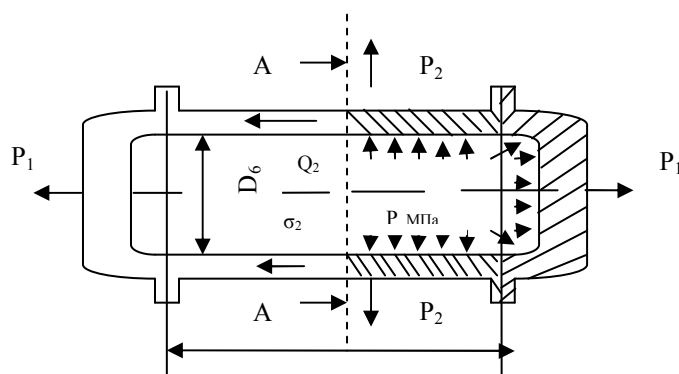


Рисунок 3.14 Расчетная схема корпуса циклона

Под воздействием давления на цилиндрическую поверхность обечайки возникает поперечная сила, разрывная сила P_2 , которая стремится разорвать обечайку по двум образующим цилиндра В-В (Рисунок 3.15).

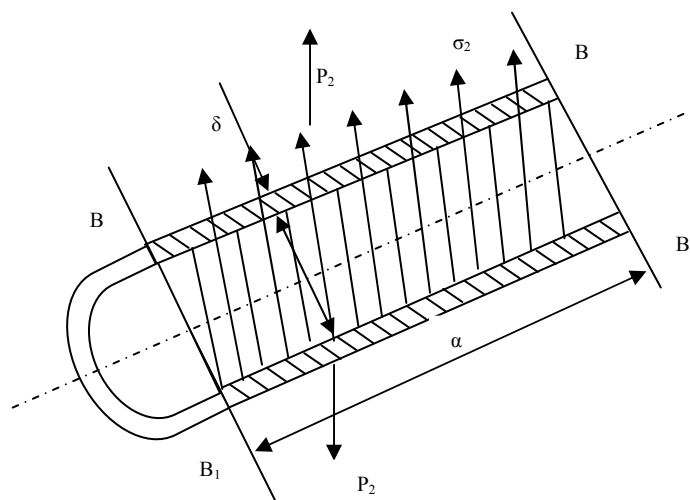


Рисунок 3.15 Расчётная схема обечайки циклона

ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	46

Металл стенки тонкостенного корпуса находится в объемном напряженном состоянии. В направлении радиуса цилиндра действуют радиальные сжимающие напряжения δ_r , δ_z вдоль оси цилиндра – осевые растягивающие напряжения, по направлению касательной к поверхности цилиндра - нормальные растягивающие напряжения δ_t .

Разрыв по поперечному сечению А-А может возникнуть под действием продольной разрывающей силы P_j (в МН).

$$P_i = p_1 \cdot F_1 = p_m \frac{\pi D^2}{4} \quad (3.37)$$

где p_1 - давление избыточное в корпусе, МПа;

F_1 - площадь поперечного сечения цилиндра, м²;

D_B - внутренний диаметр кожуха; $D_B = 60$ мм;

$$F_1 = 3,14 \cdot (0,06^2/4) = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$P_i = 0,11 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} = 3,45 \cdot 10^{-4} \text{ МН.}$$

Обечайку цилиндрического корпуса можно рассматривать как полый цилиндрический стержень, находящийся под воздействием растягивающей силы P_i . В металле любого поперечного сечения А-А возникают упругие напряжения σ_t (МПа).

$$\sigma_t = \frac{P_i}{f_1} \quad (3.38)$$

где f_1 - площадь поперечного сечения А-А, представляющего собой кольцо с внутренним диаметром $D_{вн}$ и шириной σ .

$$f_1 = \pi \cdot D_{вн} \cdot \sigma \quad (3.39)$$

где $\sigma = 0,001$ м;

$$f_1 = 3,14 \cdot 0,06 \cdot 0,001 = 6,28 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2;$$

$$\sigma_t = 3,45 \cdot 10^{-4} / 6,28 \cdot 10^{-5} = 5,49 \text{ МПа.}$$

Поперечная разрывающая сила P_2 (МН)

$$P_2 = P_i \cdot F_2 \quad (3.40)$$

где F_2 - площадь продольного (осевого) сечения цилиндра.

$$F_2 = D_{en} \cdot L \quad (3.41)$$

где L - длина цилиндрической обечайки; $L = 1$ м; $F_2 = 0,06 \cdot 1 = 0,06 \text{ м}^2$

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$P_2 = 0,11 * 0,06 = 6,6 * 10^{-3} \text{ МН}$$

Под действием этой силы обечайка может разорвать по двум продольным сечениям В-В', каждое из которых имеет площадь продольного сечения сетки толщиной δ и длиной L .

$$f_2 = \delta * L = 0,001 * 1 = 0,001 \text{ м}^2$$

Тогда в этих сечениях возникнут упругие напряжения σ_t (МПа)

$$\sigma_1 = \frac{P_2}{2F_2} = \frac{2,2 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} = 2,2 \text{ МПа}$$

Радиальное напряжение σ_r на внутренней поверхности равно внутреннему давлению, на наружной поверхности - нулю.

Среднее радиальное напряжение σ_r^{cp} (МПа) может быть принято

$$\sigma_r^{cp} = \frac{P_1}{2} = \frac{1,1}{2} = 0,55 \text{ МПа}$$

На основании вышеизложенного, наибольшим напряжением является напряжение σ_r в продольных сечениях В-В, поэтому расчет тонкостенных цилиндрических оболочек ведется по напряжениям, возникающим в их продольных сечениях.

Толщина стенки δ может быть определена по уравнению:

$$\delta = \frac{P_r \cdot D_{вн}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - P_r} + c \quad (3.43)$$

где $[\sigma]$ - допускаемое напряжение для углеродистой стали 20; $[\sigma] = 75 \text{ МПа}$

φ - коэффициент прочности сварного шва; $\varphi = 0,9$;

c - прибавка к расчетной толщине учитывающая коррозию;

$$\delta = \frac{P_r \cdot D_{вн}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - P_r} + c = 1,4 \cdot 10^{-4} + c; \text{ мм}$$

$$c = c_1 + c_2 + c_3,$$

где c_1 - прибавка на утонение стенки за счёт коррозионных процессов с учётом срока службы сосуда;

c_2 - минусовой допуск на толщину стенки;

c_3 - технологическая прибавка, предусматривающая утонение стенки при технологических операциях (вытяжке, штамповке труб).

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$c_1 = A_1 \cdot (S - c),$$

где A_1 - коэффициент, зависящий от минусового отклонения по толщине.

Для прямых труб $A_1 = 0,11$ (определяется по таблицам).

Прибавку c_2 для гнутых труб определяем по формуле:

$$c_2 = A_2 \cdot (S - c),$$

где A_2 - коэффициент, зависящий от овальности участка трубы a , %.

$$a = \frac{D_{н.макс} - D_{н.мин}}{D_{н.макс} + D_{н.мин}},$$

где $D_{макс}$ и $D_{мин}$ - максимальный и минимальный наружные диаметры обечайки.

$$S_0 = \frac{P \cdot D_n}{2(\sigma) + P} = \frac{0,11 \cdot 20}{2 \cdot 75 + 0,11} = 0,01 \text{ мм}$$

$$\frac{S}{D} = 0,00242$$

$$A_2 = 1,8$$

где S_0 - минимальная толщина стенки трубы, определённая по вышеприведённой формуле, прибавку c_3 определяют согласно указаниям по жаростойкости:

$$c_3 = A_3 \cdot (S - c), \quad A_3 = 2,$$

$$c = c_1 + c_2 + c_3 = (S - c) \cdot (A_1 + A_2 + A_3) = 0,04 \cdot 3,77 = 0,15 \text{ мм},$$

$$S = 0,0133 + 0,15 = 0,163 \text{ мм}$$

Учитывая, что отработавшие газы вызывают интенсивный эрозийный износ корпуса, толщина его принимается равной 2мм.

					ВКР 23.05.01.334.20.КПТ.00.00.ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Определение типа производства, его характеристика и обоснование

Производство можно отнести к тому или иному типу условно по количеству обработанных деталей, пользуются следующей характеристикой (см. табл.4. 1).

Таблица 4.1

Тип производства	Количество обрабатываемых в год деталей		
	крупные	средние	мелкие
Единичное	До 5	До 10	До 100
Серийное	Свыше 5 до 1000	Свыше 10 до 5000	Свыше 1000 до 50000
Массовое	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000

Таким образом, выбираем серийный тип производства, поскольку деталь имеет небольшую массу, а годовой выпуск составляет до 50 штук.

4.2 Анализ технологичности детали

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали определяется по формуле:

$$K_{э.у.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_э}, \quad (4.1)$$

где $Q_{у.э.}$ - число унифицированных элементов детали, $Q_{у.э.} = 13$;

$Q_э$ - общее число конструктивных элементов детали, $Q_э = 17$.

$$K_{у.э.} = \frac{13}{17} = 0,73$$

По нормам ЕСТПП $K_{у.э.} \geq 0,61$. Так как условие выполняется, то деталь технологична по унифицированным элементам.

Коэффициент использования материала:

$$K_{н.м} = \frac{G_{д}}{G_{з}}, \quad (4.2)$$

где $G_{д}$ – масса детали по чертежу, кг.

$G_{з}$ – масса материала заготовки, кг.

По нормам ЕСТПП $K_{н.м.} \geq 0,75$. Деталь технологична, так как условие выполняется.

Коэффициент точности обработки детали.

$$K_{т.ч} = \frac{Q_{т.ч.н}}{Q_{т.ч.о}} = 1 - \frac{I}{A_{ср}} \quad (4.3)$$

$$A_{ср} = \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (4.4)$$

где $A_{ср}$ – средний квалитет точности

n_i – число размеров соответствующего квалитета

$$A_{ср} = \frac{25 + 30 + 10 + 12 + 15 + 17 + 150 + 320}{60} = 9,36$$

$$K_{т.ч} = 1 - \frac{I}{9,36} = 0,9$$

По нормам ЕСТПП $K_{т.ч.} \leq 0,97$. Требование выполняется, следовательно конструкция технологична.

4.3 Выбор вида заготовки.

Учитывая выше перечисленные факторы, примем для изготовления заготовки прокат из горячекатаной круглой стали, максимально приближенный по размерам и форме к готовой детали.

4.4 Выбор оборудования

Для токарной операции выбираем универсальный токарно-винторезный станок 1К-62.

Для фрезерной операции выбираем горизонтально-фрезерный станок 6Н82Г.

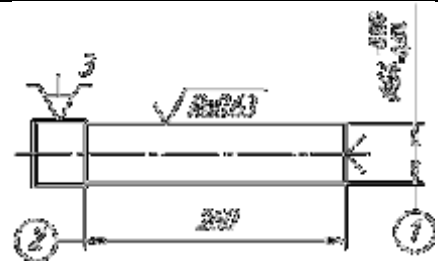
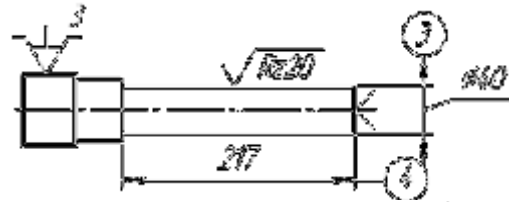
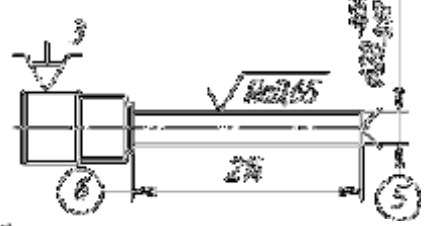
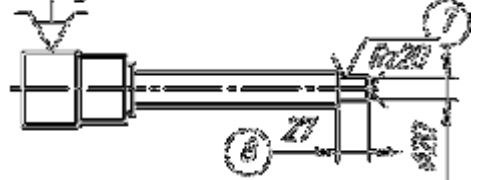
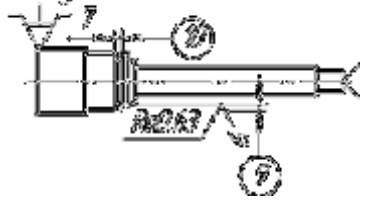
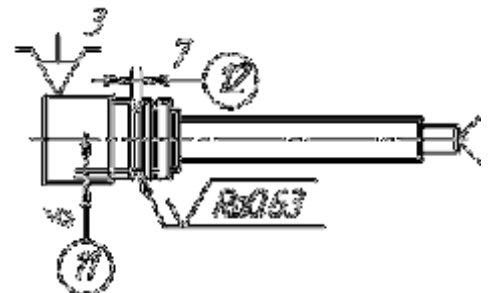
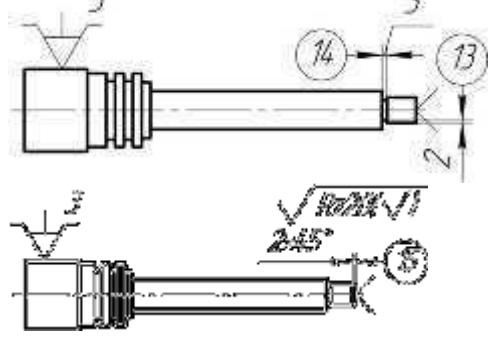
4.5 Расчет режимов резания

Таблица 4.2 – Маршрутная карта

№ опер.	Содержание операции	Оборудование	Приспособление
005	<u>Заготовительная</u> Отрезать заготовку $\varnothing 65$ длиной 310.	Абразивно-отрезной станок	
010	<u>Токарная</u> Подрезать и зацентровать два торца. Точить поверхности: $\varnothing 64_{-0,174}^{-0,100}$ на длине 260, $\varnothing 40$ выдерживая размер 217, $\varnothing 28_{-0,117}^{-0,065}$ выдерживая размер 214, $\varnothing 20$ выдерживая размер 27, Проточить: 2 канавки глубиной 6 на длину 7, канавку глубиной 2 на длину 3; снять фаску согласно чертежу; Нарезать резьбу под размер M20 на длине 27; Отрезать поверхность $\varnothing 65$ длиной 50; Точить поверхность $\varnothing 20$ выдерживая размер 8	Токарно-винторезный станок 1К62	Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80; Центр А-1-2-Н ГОСТ 8742-75; Центр ГОСТ 13214-79; Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70.
015	<u>Фрезерная</u> Фрезеровать поверхность шириной 4 на глубину 3.	Горизонтально-фрезерный станок 6Н82Г	Тиски 7200-0209 ГОСТ 14904-80 Стол 7204-0005 ГОСТ 16936-71
020	<u>Контрольная</u> Измерить и проконтролировать все размеры		Калибр-скоба ГОСТ 2216-68, Штангенциркуль ШЦ-125-01

Таблица 4.3 – Операционная карта

№ пер	Содержание перехода	Режущий и измерительный инструмент	Технологический эскиз
1	2	3	4
1.	010 <u>Токарная</u> Установить заготовку на центра	Резец 2100-0008 Т15К6 ГОСТ 18879-73, Штангенциркуль ШЦ-125-01 (пер. № 2, 3, 4, 5, 6, 9, 13).	
2.	Точить поверх. 1 на длине 2		

3.	Точить поверх. 3, выдерживая размер 4.		
4.	Точить поверх. 5, выдерживая размер 6.		
5.	Точить поверх. 7, выдерживая размер 8.		
6.	Проточить канавку глубиной 9, шириной 10.	Резец подрезной 2112-0034 ГОСТ 18371-73, Штангенциркуль ШЦ-125-01 (пер. № 7, 8, 11).	
7.	Проточить канавку глубиной 11, шириной 12.		
8.	Проточить канавку глубиной 13, шириной 14.		
9.	Снять фаску 15.		

1. 005. Токарная
2. Переход 2. Точить поверхность 1
3. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}, \quad (4.5)$$

где D_1 и D_2 – диаметры поверхности соответственно, обрабатываемой (в начале обработки) и конечной согласно чертежу или эскизу;

$$h = \frac{65 - 64}{2} = 1.$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .
 $t = 0,15$ мм;

$$i = \frac{h}{t}. \quad (4.6)$$

$$i = \frac{1}{0,15} = 6,66 \approx 7.$$

Шесть проходов при $t = 0,15$ мм и один с $t = 0,1$ мм.

5. Выбираем подачу s .

Из таблицы 2, приложения 2 [1] для чистовой обработки для стали рекомендуется $0,07$ мм/об.

Проверяем по паспорту станка (приложение 1, [1]) и устанавливаем $s = 0,07$ мм/об.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из приложения 2 [1], выбираем $T = 30$ мин.

7. Определяем скорость резания v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y}, \quad (4.7)$$

где C_v – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и условия его обработки;

m – показатель относительной стойкости;

T – стойкость резца;

x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент, который представляет собой произведение отдельных поправочных коэффициентов;

Сталь $\sigma_B = 750$ МПа, 1К62 без охлаждения $C_v=350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v}, \quad (4.8)$$

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{uv} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;

$K_{\varphi v}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла резца в плане φ .

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,76;$$

$$K_{nv} = 0,9; K_{uv} = 1; K_{\varphi v} = 0,7;$$

$$K_v = 0,76 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,48;$$

$$v = \frac{350 \cdot 0,48}{30^{0,2} \cdot 0,15^{0,15} \cdot 0,07^{0,35}} = 226 \text{ м / мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_l}. \quad (4.9)$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 226}{3,14 \cdot 65} = 1107 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение частоты вращения. По паспорту 1К62 $n=1000 \text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения.

$$v = \frac{\pi \cdot D_l \cdot n}{1000}. \quad (4.10)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 1000}{1000} = 204 \text{ мин}^{-1}.$$

10. Определяем силу резания.

Сила резания определяется по формуле (приложение 2):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (4.11)$$

где C_p – коэффициент, характеризующий металл и условия его обработки;

x, y – показатели степеней при глубине резания и подаче;

n – показатель степени при скорости резания;

K_p – общий поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{zp}; \quad (4.12)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,2;$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{zp} = 1,04;$$

$$K_p = 1,2 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 1,1;$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,07^{0,75} \cdot 204^{-0,15} \cdot 1,1 = 137,8 \text{ Н}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемую на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot v}{60000}. \quad (4.13)$$

$$N_p = \frac{137,8 \cdot 204}{60000} = 0,47 \text{ кВт}.$$

Мощность на шпинделе станка принимается с учётом КПД механических передач станка от электродвигателя до шпинделя, значение которого дано в паспортных данных станка.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}.$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания, $N_{um} \geq N_p$. В нашем случае это условие выполняется:

$$7,5 \text{ кВт} \geq 0,47 \text{ кВт}$$

12. Определяем основное технологическое время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s}; \quad (4.14)$$

где L – длина рабочего хода резца, мм;

i – число проходов резца;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

Δ – перебег резца, мм ($\Delta = 1 \dots 3$);

y – величина врезания резца, мм.

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi, \quad (4.15)$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 0,75 \cdot \operatorname{ctg} 90^\circ = 0;$$

$$T_o = \frac{260 \cdot 7}{1000 \cdot 0,07} = 26 \text{ мин.}$$

II.

1. 005. Токарная

2. Переход 3. Точить поверхность 3

3. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2},$$

$$h = \frac{64 - 40}{2} = 12.$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$t = 3$ мм;

$$i = \frac{h}{t}.$$

$$i = \frac{24}{3} = 8.$$

5. Выбираем подачу s .

Из таблицы 2, приложения 2 [1] для черновой обработки для стали рекомендуется $0,8 \text{ мм/об.}$

Проверяем по паспорту станка (приложение 1, [1]) и устанавливаем $s=0,78 \text{ мм/об.}$

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из приложения 2 [1], выбираем $T=60 \text{ мин.}$

7. Определяем скорость резания v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y},$$

Сталь $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$, 1К62 без охлаждения $C_v=340$; $x=0,15$; $y=0,45$; $m=0,20$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v},$$

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,76;$$

$$K_{nv} = 0,9; K_{uv} = 1; K_{\varphi v} = 0,7;$$

$$K_v = 0,76 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,48;$$

$$v = \frac{340 \cdot 0,48}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,78^{0,45}} = 136 \text{ м / мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_1}.$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 136}{3,14 \cdot 64} = 676,75 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение частоты вращения. По паспорту 1К62 $n=800 \text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения.

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000}.$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 64 \cdot 800}{1000} = 160,7 \text{ мин}^{-1}.$$

10. Определяем силу резания.

Сила резания определяется по формуле (приложение 2):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

где C_p – коэффициент, характеризующий металл и условия его обработки;

x, y – показатели степеней при глубине резания и подаче;

n – показатель степени при скорости резания;

K_p – общий поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{zp};$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,2;$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{zp} = 1,04;$$

$$K_p = 1,2 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 1,1;$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 160,7^{-0,15} \cdot 1,1 = 3835 \text{ Н}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемую на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot v}{60000}.$$

$$N_p = \frac{3835 \cdot 160,7}{60000} = 10,27 \text{ кВт}.$$

Мощность на шпинделе станка принимается с учётом КПД механических передач станка от электродвигателя до шпинделя, значение которого дано в паспортных данных станка.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}.$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания, $N_{um} \geq N_p$. В нашем случае это условие не выполняется:

$10,25 \text{ кВт} \geq 7,5 \text{ кВт}$. Снизим скорость резания до $v=110 \text{ м/мин}$.

$$N_p = \frac{3835 \cdot 110}{60000} = 7,03 \text{ кВт}.$$

$$7,5 \text{ кВт} \geq 7,03 \text{ кВт}$$

12. Определяем основное технологическое время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s};$$

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi,$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 0,75 \cdot \operatorname{ctg} 90^\circ = 0;$$

$$T_o = \frac{217 \cdot 8}{800 \cdot 0,78} = 2,78 \text{ мин}.$$

III.

1. 005. Токарная

2. Переход 4. Точить поверхность 5

3. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2},$$

$$h = \frac{40 - 28}{2} = 6.$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$t=3 \text{ мм}$;

$$i = \frac{h}{t}.$$

$$i = \frac{6}{3} = 2.$$

5. Выбираем подачу s .

Из таблицы 2, приложения 2 [1] для черновой обработки для стали рекомендуется $0,8 \text{ мм/об}$.

Проверяем по паспорту станка (приложение 1, [1]) и устанавливаем $s=0,78\text{мм/об}$.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из приложения 2 [1], выбираем $T=60\text{ мин}$.

7. Определяем скорость резания v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y},$$

Сталь $\sigma_B = 750\text{ МПа}$, 1К62 без охлаждения $C_v=340$; $x=0,15$; $y=0,45$; $m=0,20$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v},$$

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^1 = 0,76;$$

$$K_{nv} = 0,9; K_{uv} = 1; K_{\varphi v} = 0,7;$$

$$K_v = 0,76 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,48;$$

$$v = \frac{340 \cdot 0,48}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,78^{0,45}} = 136\text{ м / мин}.$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_l}.$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 136}{3,14 \cdot 40} = 1082,8\text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение частоты вращения. По паспорту 1К62 $n=1000\text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения.

$$v = \frac{\pi \cdot D_l \cdot n}{1000}.$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1000}{1000} = 125,6 \text{ мин}^{-1}.$$

10. Определяем силу резания.

Сила резания определяется по формуле (приложение 2):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{z p};$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,2;$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{z p} = 1,04;$$

$$K_p = 1,2 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 1,1;$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 125,6^{-0,15} \cdot 1,1 = 3944 \text{ Н}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемую на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot v}{60000}.$$

$$N_p = \frac{3944 \cdot 125,6}{60000} = 8,25 \text{ кВт}.$$

Мощность на шпинделе станка принимается с учётом КПД механических передач станка от электродвигателя до шпинделя, значение которого дано в паспортных данных станка.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}.$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания, $N_{\text{шт}} \geq N_p$. В нашем случае это условие не выполняется:

$8,25 \text{ кВт} \geq 7,5 \text{ кВт}$. Снизим скорость резания до $v = 112 \text{ м/мин}$.

$$N_p = \frac{3944 \cdot 112}{60000} = 7,36 \text{ кВт}.$$

$$7,5 \text{ кВт} \geq 7,36 \text{ кВт}$$

12. Определяем основное технологическое время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s} ;$$

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi ,$$

$$y = 0,75 \cdot \operatorname{ctg} 90^0 = 0 ;$$

$$T_o = \frac{214 \cdot 2}{1000 \cdot 0,78} = 0,54 \text{ мин.}$$

IV.

1. 005. Токарная

2. Переход 5. Точить поверхность 7

3. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2} ,$$

$$h = \frac{28 - 20}{2} = 4 .$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$t=2$ мм;

$$i = \frac{h}{t} .$$

$$i = \frac{4}{2} = 2.$$

5. Выбираем подачу s .

Из таблицы 2, приложения 2 [1] для черновой обработки для стали рекомендуется $0,8 \text{ мм/об.}$

Проверяем по паспорту станка (приложение 1, [1]) и устанавливаем $s=0,78 \text{ мм/об.}$

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из приложения 2 [1], выбираем $T=60 \text{ мин.}$

7. Определяем скорость резания v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} ,$$

Сталь $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$, 1К62 без охлаждения $C_v=340$; $x=0,15$; $y=0,45$;
 $m=0,20$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} ,$$

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,76;$$

$$K_{nv} = 0,9; K_{uv} = 1; K_{\varphi v} = 0,7;$$

$$K_v = 0,76 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,48;$$

$$v = \frac{340 \cdot 0,48}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,78^{0,45}} = 73 \text{ м / мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_l}.$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 73}{3,14 \cdot 28} = 830 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение частоты вращения. По паспорту 1К62 $n=800 \text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения.

$$v = \frac{\pi \cdot D_l \cdot n}{1000}.$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 800}{1000} = 70,33 \text{ мин}^{-1}.$$

10. Определяем силу резания.

Сила резания определяется по формуле (приложение 2):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p ,$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{zp};$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,2;$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{zp} = 1,04;$$

$$K_p = 1,2 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 1,1;$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 70,33^{-0,15} \cdot 1,1 = 2894 \text{ Н}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемую на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot v}{60000}.$$

$$N_p = \frac{2894 \cdot 70,33}{60000} = 3,39 \text{ кВт}.$$

Мощность на шпинделе станка принимается с учётом КПД механических передач станка от электродвигателя до шпинделя, значение которого дано в паспортных данных станка.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}.$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания, $N_{\text{шп}} \geq N_p$. В нашем случае это условие выполняется:

$$7,5 \text{ кВт} \geq 3,39 \text{ кВт}.$$

12. Определяем основное технологическое время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s};$$

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi,$$

$$y = 0,75 \cdot \operatorname{ctg} 90^\circ = 0;$$

$$T_o = \frac{70,33 \cdot 2}{800 \cdot 0,78} = 0,22 \text{ мин}.$$

4.6 Разработка методов контроля детали и проектирование измерительного инструмента.

Калибрами называются бесшкальные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и расположения поверхностей деталей. Наиболее часто используют для проверки гладких цилиндрических деталей предельные гладкие калибры. Они позволяют установить, находится ли

проверяемой размер детали в пределах допуска, а также проверить отклонения формы детали. Такой контроль, как правило, гарантирует качественное соединение деталей с образованием стандартных посадок.

При конструировании предельных гладких калибров необходимо соблюдать принцип подобия (принцип Тейлора), суть которого можно сформулировать следующим образом:

- 1) проходной калибр (ПР) контролирует отклонение размера и формы проверяемой детали, поэтому он должен иметь форму этой детали;
- 2) непроходной калибр (НЕ) контролирует отклонение размера, поэтому он должен иметь точечный контакт с проверяемой деталью.

Изделие считается годным, если погрешности размера, формы и расположения поверхностей находятся в поле допуска.

При проверке размеров изделия рабочими калибрами проходная сторона калибров должна свободно проходить под действием собственного веса или установленной нагрузки, а непроходная не должна проходить.

Построим схему расположения полей допусков всех калибров и контркалибров для посадки $28d9$ по СТ СЭВ 157-75 и подсчитаем их исполнительные размеры.

По СТ СЭВ 144-75 находим предельные отклонения вала: $e_i = -117$ мкм; $e_s = -0,065$.

Тогда для вала $D_{max} = 27,935$ мм, $D_{min} = 27,883$ мм.

Для заданных интервалов размеров по таблице 1 [2] находим:

$$H = 5 \text{ мкм}; H_I = 6 \text{ мкм}; z, z_I = 9 \text{ мкм}; H_p = 2,5 \text{ мкм}; y, y_I = 0 \text{ мкм}.$$

С помощью схем расположения полей допусков калибров-скоб (таблица 2[2]) вычисляем следующие величины:

1. Минимальный размер проходного калибра-скобы:

$$Pr_{min} = D_{max} - z_I - \frac{H_I}{2} = 27,935 - 0,009 - \frac{0,006}{2} = 27,923 \text{ мм}.$$

2. Минимальный размер непроходного калибра-скобы:

$$HE_{min} = D_{min} - \frac{H_l}{2} = 27,883 - \frac{0,006}{2} = 27,88 \text{ мм.}$$

Используя таблицу 2 [2], можно вычислить предельные размеры контркалибров к скобам:

$$1. K - PP_{max} = D_{max} - z_l + \frac{H_p}{2} = 27,935 - 0,009 + \frac{0,0025}{2} = 27,92725 \text{ мм.}$$

$$2. K - И_{max} = D_{max} + y_l + \frac{H_p}{2} = 27,935 + 0 + \frac{0,0025}{2} = 27,936 \text{ мм.}$$

$$3. K - HE_{max} = D_{min} + \frac{H_p}{2} = 27,883 + \frac{0,0025}{2} = 27,884 \text{ мм.}$$

5 РАЗРАБОТКА ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Без знаний техники безопасности и без их соблюдения невозможно обеспечить безопасное функционирование производственных процессов, очень актуальна проблема безопасности жизнедеятельности в процессе эксплуатации автотранспортных средств. Необходимо чётко соблюдать правила техники безопасности для предотвращения несчастных случаев и снижения производственного травматизма и прогнозирования заболеваемости.

Так же остро стоит проблема экологии. Автотранспорт является одним из основных загрязнителей окружающей среды и очень важно решать экологические проблемы для уменьшения воздействия автотранспортных средств на окружающую среду.

5.1 Расчёт вентиляции и средств защиты от шума кабины автомобиля.

На организм человека неблагоприятное действие оказывает скопление вредных газов, повышенная влажность. Выдыхаемый человеком воздух содержит в своём составе 15 % кислорода, 79 % азота, 5 % углекислого газа. С течением времени происходит снижение содержания кислорода и повышение содержания углекислого газа и водяных паров. Для нормальных условий содержания углекислого газа в воздухе не должно превышать 0,2 % и относительная влажность $\varphi = 40 \dots 50 \%$.

Определяем воздухообмен в кабине по углекислому газу, при условии, что в кабине находятся три человека, а каждый человек выдыхает $0,023 \text{ м}^3/\text{ч}$ углекислого газа.

Количество воздуха, необходимое для борьбы с вредными газами, определяем по следующей формуле:

$$V_r = \frac{V_{ep}}{V_d - V_{np}} \text{ м}^3 / \text{ч}$$

где $V_{вр}$ - количество вредных газов, выделяющихся в кабине, $\text{м}^3/\text{ч}$,

V_d - предельно допустимая концентрация вредных веществ в помещении (кабине), $\text{м}^3/\text{м}^3$ (не более 0,002);

V_{np} - концентрация вредностей с приточным воздухом, $\text{м}^3/\text{м}^3$ (не более 0,0002).

$$V_r = \frac{0,0023 \cdot 3 \cdot 3}{0,002 - 0,0002} = 51 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Кратность воздухообмена принимаем равным 3.

Для удаления избыточной теплоты или с целью отопления кабины определяем количество теплоты, необходимой для поддержания температуры внутри кабины $t_B = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Q_K = V_r \cdot \rho_K \cdot C \cdot (t_K - t_H),$$

где ρ_K - плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$

C - теплоёмкость воздуха, $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$,

t_H - температура наружного воздуха, $t_H = -29^\circ\text{C}$,

$\rho_K = 1,205 \text{ кг}/\text{м}^3$,

$C_{20} = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.

$$Q_K = 51 \cdot 1,205 \cdot 1,005 \cdot (20+29) = 3026 \text{ кДж}/\text{ч} = 840 \text{ Вт}.$$

Выбор вентилятора производят по аэродинамическим характеристикам. По известной подаче выбирают номер вентилятора N , к.п.д. вентилятора и безразмерный параметр A . Частота вращения вентилятор, мин^{-1} , $n_v = A / N$, $N=2$, полное давление $P = 200 \text{ Па}$, $A = 2500$.

$$n_v = \frac{2500}{2} = 1250 \text{ мин}^{-1}$$

Мощность электродвигателя равна:

$$N_{эл} = \frac{0,278 \cdot V_r \cdot P}{\eta_v} \cdot K_m = \frac{0,278 \cdot 51 \cdot 200}{0,6} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} = 0,07 \text{ кВт}$$

Расчёт средств защиты от шума.

Суммарный уровень звукового давления:

$$L = 10 \cdot \lg \cdot \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} \dots + \dots \dots 10^{\frac{L_3}{10}} \right), \text{ дБ}$$

где L_1, L_2, L_3 - уровень звукового давления, создаваемого каждым из источников звука, дБ.

При работе автомобиля источниками звука являются: двигатель, трансмиссия, сопротивление ветра и т.д.

Принимаем: $L_{\text{дв}} = 120$ дБ, $L_{\text{пр}} = 80$ дБ.

$$L = 10 \cdot \lg \cdot \left(10^{\frac{120}{10}} + 10^{\frac{80}{10}} \right) = 101 \text{ дБ}$$

Для снижения уровня шума устанавливаем на двигатель шумопоглощающий кожух:

$$\Delta L = U + 10 \cdot \lg \alpha, \text{ дБ}$$

где U - собственная звукоизоляция кожуха;

α - средний коэффициент звукопоглощения внутренней поверхностью кожуха: $\alpha = 0,6$,

$$U = 13,5 \cdot \lg P + 13,$$

где P - масса 1 м^2 кожуха, кг/м^3

$$U = 13,5 \cdot \lg 1,5 + 13 = 2,37 + 13 = 15,37.$$

$$\Delta L = 15,37 + 10 \lg 0,6 = 12,79 \text{ дБ.}$$

Допустимый уровень шума в кабине 99 дБ.

По результатам расчётов можно сделать вывод:

1. Рассчитанная система вентиляции обеспечивает удовлетворительное состояние воздушной среды по содержанию вредных газов и температуре в кабине автомобиля;
2. Уровень шума не превышает установленных пределов.

5.2 Физическая культура на производстве

Связь физической культуры с трудовой деятельностью прослеживаются во многих аспектах. 1. Любой трудовой процесс имеет фазу вработывания, а

при его большой продолжительности и напряженности и фазу снижения работоспособности. Средства физического воспитания ускоряют вработывание, замедляют падение работоспособности и производительное труда, способствуют более быстрому восстановлению утраченной в процесс труда нервно-психической и мышечной энергии.

2. Некоторые современные виды труда характеризуются малой мышечной активностью или локальной нагрузкой на отдельные части тела на отдельные функции организма. Средства физического воспитания позволяют предупредить отклонения в физическом состоянии и развитии, возникающие в силу специфики данного труда.

3. В современном производстве пока еще не исключены факторы и условия, создающие возможность профессиональных заболеваний. Средства физического воспитания выполняют профилактическую функцию и снижают вероятность появления типичных заболеваний и травм.

Ряд видов труда требует специальной физической подготовленности, которая может быть обеспечена только специфическими средствами и методами физической подготовки.

Внедрение физической культуры, таким образом, в научную организацию труда (НОТ) является существенной необходимостью. НОТ предусматривает оптимальное взаимодействие людей и техники в едином производственном процессе с целью повышения производительности труда, на базе укрепления здоровья и всестороннего гармонического физического развития трудящихся.

6. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В эпоху научно-технического прогресса воздействие человека на биосферу нашей планеты, её структуру и энергетику стали поистине огромным. Ежегодное сжигание миллиардов тонн угля, нефти и газа увеличило содержание в атмосфере планеты углекислого газа и окислов азота. Из недр Земли ежегодно извлекается и рассеивается по её поверхности масса различных химических элементов. Тем самым нарушается их естественное соотношение в биосфере. В настоящее время насчитывается более 500 вредных веществ, загрязняющих атмосферу, почву, поверхностные и грунтовые воды Земли и их количество и концентрации с каждым годом неуклонно растут.

Загрязняют атмосферу не только бытовые отходы, отходы промышленных предприятий, но и выхлопные газы автомобилей, сельскохозяйственные ядохимикаты и отходы сельскохозяйственного производства.

Глобальное значение этой проблеме придаёт тот факт, что нарастающее загрязнение окружающей среды невозможно локализовать, поскольку биосфера планета является единой и целостной системой.

Отсюда следует, что важнейшей задачей экологии является необходимость международного сотрудничества и принятие всеобщих радикальных мер, направленных на повышение продуктивности Земли, использование её свойств, предохранение биосферы от загрязнения и сохранение её генофонда.

6.1 Вещества и факторы, загрязняющие окружающую среду при работе двигателя внутреннего сгорания

К вызывающим загрязнение атмосферы факторам в настоящий момент в наибольшей степени относится целый ряд отраслей промышленности, теплоэнергетика, а также автотранспорт.

Если в начале века промышленностью использовалось лишь порядка 19... 20 химических элементов из периодической системы Д.И.Менделеева, то в последнее время в промышленном производстве используются практически все элементы таблицы.

Вернёмся к автотранспортным средствам, как к одному из главных загрязнителя биосферы. Самыми распространёнными токсичными веществами, загрязняющими атмосферу, являются присутствующие в выхлопных газах автотракторных двигателей оксид углерода (CO), диоксид серы (SO_2), окислы азота (NO_x), углеводороды (C_nH_n) и выбросы группы цианидов (CN). Так же в окружающую среду попадают отходы после эксплуатации автотранспорта, загрязняющие почву, поверхностные и грунтовые воды. К таким веществам относятся моторные и трансмиссионные масла, как минерального, так масло синтетического происхождения, имеющие массу различных, подчас токсичных присадок, консистентные смазки, бензины и дизельные топлива, в состав которых входят сильнейшие яды, как тетраэтилсвинец, альфаметилнафталин и многие другие.

При эксплуатации автотранспортных средств большое воздействие на здоровье человека оказывают шум и вибрации.

Шум и вибрации являются упругими колебаниями твёрдых тел, жидкостей и газов.

Шум вызывает быструю утомляемость, головную боль, бессонницу. Постоянное воздействие шума приводит к нарушению работы центральной нервной системы, нервно- психическим расстройствам, снижению слуха и глухоте.

Наиболее опасными вибрациями являются колебания с частотой 6...9 Гц, так как они совпадают с собственной частотой внутренних органов (может возникнуть явление резонанса). При таких колебаниях может произойти механическое повреждение, и даже разрыв органов. При систематическом воздействии вибраций с частотой более 1Гц появляются

головные боли, головокружение, нарушение сна, работоспособности, нарушение сердечной деятельности, возможно появление радикулита.

6.2 Мероприятия, которые необходимо проводить для предотвращения загрязнения окружающей среды

В целях предотвращения загрязнения окружающей среды нефтепродуктами и выхлопными газами автотранспортных средств проводятся в настоящее время следующие мероприятия:

- при проведении ежесменного технического обслуживания особое внимание уделяется обнаружению и устранению подтекания топливно-смазочных материалов и технических жидкостей;
- поддержание в технически исправном состоянии механизма газораспределения;
- поддержание в исправном состоянии деталей цилиндропоршневой группы двигателя, тем самым, предотвращая повышенный угар масла, а соответственно предотвращая повышенную дымность и токсичность выхлопа;
- поддержание в исправном состоянии механизмов топливоподачи и системы питания в целом;
- применение на двигателях внутреннего сгорания ограничителей дымности выхлопа;
- применение системы очистки отработавших газов;
- поддержание заданных заводом-изготовителем регулировок двигателей;
- применение систем подогрева топлива, позволяющих использовать в зимних условиях эксплуатации дизельные топлива летних марок, являющиеся менее токсичными и, кроме того, позволяющие сгладить деформации процесса сгорания, снижая тем самым дымность и токсичность выхлопа.

6.3 Выводы по экологичности проекта

Проанализировав данные по дымности и токсичности двигателя автомобиля КамАЗ- 5320, можно сделать выводы:

- в зимнее время года количество азота в выхлопных газах возрастает с 0,592 до 0,601, тогда как применение разработанного устройства позволит снизить это значение до 0,594;

- при температуре окружающей среды порядка -40С перерасход топлива, а, следовательно, и токсичность, возрастут на 3--8%, в то время как применение разрабатываемого устройства позволит снизить этот показатель на 3...6,5%, кроме того, разрабатываемое устройство позволяет работать зимой на летнем топливе, улучшая тем самым смесеобразование двигателя и снижая общую токсичность и дымность выхлопа.

7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР

Структура современных машин такова, что при их использовании на практике приходится мобилизовывать различные ресурсы, обеспечивающие их работоспособность в течение жизненного цикла. Машина подвергается совершенствующим воздействиям, обеспечивающим минимальное потребление ресурсов (топливо, масла, смазки, узлы и детали для технического обслуживания и ремонта, рабочая сила и т. д.).

На кафедре Тракторы, автомобили и энергетические установки в рамках данной работы предлагается конструкция теплообменника для системы питания дизеля.

Предлагаемое устройство позволяет:

а) снизить расход топлива при снижении температуры окружающей среды ниже плюс 10°C на 8...16%;

б) снизить износ деталей двигателя при его работе при температурах окружающей среды ниже плюс 10°C на 10...16% за счёт снижения жёсткости работы;

в) применять в зимнее время года более дешёвые дизельные топлива летних марок.

г) улучшить условия работы водителя и безопасность их труда

Предполагаемый экономический эффект на основании вышеизложенного может быть достигнут за счёт:

а) применения более дешёвых марок топлива в зимних условиях;

б) повышения экономичности двигателей при снижении температуры окружающей среды и нагрузки дизеля в холодное время года;

в) увеличения долговечности работы двигателей за счёт снижения износов цилиндропоршневой группы в зимнее время.

Исходным вариантом для сравнения является двигатель КамАЗ- 740 для автомобиля КамАЗ - 55102 с серийной системой питания (степень использования мощности 0,85, температура окружающей среды плюс 40...минус 40°C).

Технико-экономические характеристики сравниваемых вариантов приведены в таблице 7.1

Таблица 7.1 - Показатели технико-экономических характеристик
сравниваемых вариантов

Показатели	Вариант	
	базовый	новый
Номинальная мощность, кВт	154,4	154,4
Часовой расход топлива при номинальной мощности и температуре, кг/ч	34,88	34,88
Часовой расход топлива при номинальной мощности и пониженной температуре, кг/ч	35,66	34,88
Часовой расход топлива при 60% загрузке двигателя и пониженной температуре, кг/ч	31,22	26,46
Степень загрузки двигателя	0,1	0,1
Количество часов работы двигателя при температуре окружающей среды 0...-40°C	75	75
Стоимость системы питания дизеля, руб.	45000	54000
Часовая ставка оплаты труда с надбавками и начислениями, руб.	18	18
Норма отчислений на амортизацию, %	15	17
Норма отчислений на капитальный ремонт, %	20	19
Стоимость дизельного топлива марки «З», руб/кг	15	15
Стоимость дизельного топлива марки «Л», руб/кг	13	13

7.1 Определение эффективности предлагаемого проекта

Определяем затраты на топливо [16]:

$$Z_T = (G_T^H \cdot K_T^H + G_T^{60\%} \cdot K_T^{60\%}) \cdot T_T \cdot C_T \quad (7.1)$$

где G_T^H и $G_T^{60\%}$ - соответственно часовой расход топлива при номинальной и пониженной загрузке двигателя в зимних условиях эксплуатации;

$K_T^H = 0,4$ и $K_T^{60\%} = 0,6$ - соответственно коэффициенты, учитывающие время работы двигателя с загрузкой 85% и 60%;

T_T - время работы двигателя при температуре окружающей среды 0...минус 40°C;

C_T - стоимость одного килограмма дизельного топлива.

$$Z_T^{исх} (35,66 \cdot 0,4 + 31,22 \cdot 0,6) \cdot 75 \cdot 15 = 37120,5 \text{ руб.}$$

$$Z_T^{расч.} = (34,88 \cdot 0,4 + 26,46 \cdot 0,6) \cdot 75 \cdot 15 = 29080,5 \text{ руб.}$$

7.2 Определяем затраты на зарплату:

$$Z_{пл} = C_{\text{ч}} \cdot T_X \quad (7.2)$$

где $C_{\text{ч}}$ - часовая тарифная ставка с начислениями.

$$Z_{пл}^{БАЗ} = Z_{пл}^{НОВ} = 15 \cdot 1,2 = 18 \text{ руб.}$$

7.3 Определяем затраты на техобслуживание, текущий и капитальный ремонты:

$$Z_{Тор} = \frac{C_B \cdot (H_A + H_{Тор} + H_{кр})}{100} \cdot \frac{T_P}{T} \quad (7.3)$$

где C_B - балансовая стоимость системы питания;

H_A - норма амортизации в %;

$H_{Тор}$ - норма отчислений на техобслуживание и текущий ремонт в %.

$$Z_{Тор}^{исх} = \frac{45000 \cdot (15 + 17 + 22)}{100} \cdot \frac{75}{2400} = 169,9 \text{ руб.}$$

$$Z_{Тор}^{расч.} = \frac{54000 \cdot (17 + 19 + 22)}{100} \cdot \frac{75}{2400} = 179,5 \text{ руб.}$$

7.4 Определяем суммарные капитальные вложения:

$$K_B = C_{об} + I_{тр} + I_{мон} + I_{доп}, \quad (7.4)$$

где $C_{об} = 5000$ - стоимость оборудования для изготовления газотопливного подогревателя и работ по изготовлению его;

$I_{хр} = 500$ - издержки на транспортировку материалов и запасных частей;

$I_{мон} = 2300$ - расходы на изготовление и монтаж дополнительной топливной аппаратуры;

$I_{доп} = 1200$ - издержки на проведение лабораторных исследований и доводку устройства.

$$K_B = 5000 + 500 + 2300 + 1200 = 9000 \text{ руб.}$$

7.5 Определение совокупных приведённых издержек

$$I = I_{зп} + I_{пс} + I_{тсн} + I_A + I_{проч.} + I_{нр} \quad (7.5)$$

где $I_{зп}$ - затраты на зарплату;

$I_{пс}$ - затраты на сырьё и изготовление;

$I_{\text{хсн}}$ - стоимость топлива;

$I_{\text{а}}$ - амортизационные отчисления;

$I_{\text{проч.}}$ - прочие расходы;

$I_{\text{нр}}$ - накладные расходы.

$$I_0^{\text{исх.}} = 1450 + 0 + 37120,5 + 169,9 + 3863,4 + 11589 = 54087,2 \text{ руб.}$$

$$I_0^{\text{расч.}} = 4850 + 500 + 29080,5 + 179,5 + 3467 + 10389 = 48454 \text{ руб.}$$

Годовая экономия от внедрения проекта

$$\mathcal{E}_Г = I_0^{\text{исх.}} - I_0^{\text{расч.}} = 54087,2 - 48454 = 5633,2 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{с}}}{\mathcal{E}_Г} = \frac{9000}{5633,2} = 1,58 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности

$$K_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_Г}{K_{\text{с}}} = 0,62$$

Таблица 7.2 Экономический эффект от внедрения предлагаемого устройства

Показатели	Варианты	
	Исходный	Расчётный
Капиталовложения, руб.	45000	54000
Совокупные приведённые издержки, руб.	54087,2	48484
Время работы устройства, час	-	75
Годовой экономический эффект от внедрения данного устройства, руб.		5633,2
Срок окупаемости, лет		1,58
Коэффициент эффективности	-	0,62

Выводы: применение предлагаемого устройства для подогрева топлива позволит снизить затраты на дизельное топливо и запасные части в зимних условиях эксплуатации и получить финансовую экономию в размере 5633,2 руб. на один автомобиль КамАЗ - 55102 в год. Срок окупаемости составляет 1,58 года. Коэффициент эффективности - 0,62

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первом разделе работы проведен анализ существующих способов повышения экономичности и экологичности работы дизелей, в ходе которого, было отмечено, что практически все способы имеют свои, порой весьма существенные, недостатки. На основании анализа был выбран наиболее выгодный способ, имеющий перспективное направление - подогрев воздуха и топлива.

Тепловой расчёт двигателя позволил выявить негативное влияние снижения температуры окружающей среды на эффективные показатели работы дизеля: повышение эффективной мощности, сопровождающееся ростом максимального давления в цилиндре достигается ценой повышенного износа деталей цилиндропоршневой группы при номинальной мощности и увеличением расхода топлива на частичных режимах.

Разработанный газотопливный подогреватель позволит снизить деформацию процесса сгорания до минимума, облегчить запуск двигателя, уменьшить расход топлива и износ деталей двигателя. Отметим так же тот факт, что применение данного устройства позволяет снизить выбросы токсичных веществ. Применение устройства позволяет снизить расход топлива в зимних условиях эксплуатации на 8--10 %, износ деталей цилиндропоршневой группы на 20--30 %.

Так же следует отметить невысокую стоимость устройства и высокую скорость окупаемости устройства - 1,58 года.

Экономический эффект от применения устройства составляет 5633,2 руб на один автомобиль в год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. Малов Р. В., Ерохов В. И., Щетина В. А. и др. - М.: Транспорт, 1982.
2. Бежан П. И. Справочник по теплообменным аппаратам. - М.: Машиностроение, 1989.
3. Болтинский В. Н. Теория, конструкция и расчет тракторных и автомобильных двигателей. - М.: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1962.
4. Звонов В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. - М.: Машиностроение, 1981.
5. Зотов Б. И., Курдюмов В. И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности. - М.: Колос, 1997.
6. Исаченко В. П., Осипова В.А., Сукомел А. С. Теплопередача. - М.: Энергия, 1975.
7. Кавецкий Г.Д., Королев А. В. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Агропромиздат, 1991.
10. Козлов В. Е. Особенности эксплуатации автотракторных двигателей зимой. - Л.: Колос. 1977.
11. Колчин А. И., Демидов В. П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. -М.: Колос, 1992.
13. Костерев Ф. М., Кушнырев В. И. Теоретические основы теплотехники. - М: Энергия, 1978.
14. Краснощеков Е. А., Сукомел А. С. Задачник по теплопередаче. -М.: Энергия, 1969.
15. Кутьков Г. М. Теория трактора и автомобиля. - М.: Колос, 1996.
16. Микулин Ю. В. Пуск холодных двигателей при низкой температуре. -М.: Машиностроение, 1971.
17. Михеев М. А. Основы теплопередачи. - М.: Госэнергоиздат, 1956.

18. Николаенко А. В. Теория, конструкция и расчёт автотракторных двигателей. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1992.
19. Петухов Б. С. Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении жидкостей в трубах. - М.: Энергия, 1967.
20. Сидорин Г.А. «Обработка металлов резанием». Методические указания. Изд. КГСХА Казань – 2001
21. Организация производства: Учебник / Р.А. Фатхутдинов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 544 с.
22. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники и оборудования в современных условиях /часть 1/ К.А Хафизов, Б.Г.Зиганшин, А.Р.Валиев, Н.И.Семушкин; под ред. Д.И.Файзрахманова. – Казань: Изд-во КГАУ, 2009. – 444 с.: ил.
23. Технология машиностроения: учебник / Л.В.Лебедев и др.-2-е изд., - М.: Издательский центр Академия, 2008.- 528 с.
24. Тракторы и автомобили: Учебник/А.В.Богатырев, В.Р.Лехтер - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 425 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.znaniyum.com>
25. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей зарубежного производства: учебное пособие / И.С.Туревский. - М : ИД ФОРУМ, ИНФРА-М, 2009. - 208 с : ил.
26. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей зарубежного производства: учебное пособие / И.С.Туревский. - М : ИД ФОРУМ, ИНФРА-М, 2011. – 208 с.
27. Хафизов К.А. Электронные системы управления двигателем. – Казань: КГАУ, 2010. – 408с.
28. Хафизов К.А., Хафизов Р.Н. Выпускная квалификационная работа. Учебно- методическое пособие для бакалавров по направлениям подготовки «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и специалистов по направлению подготовки «Наземные транспортно-технологические средства» – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2014.– 280 с.