

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Специальность Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном
комплексе

Кафедра Технология машиностроения

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Исследование эффективности применения предпускового подогревателя для тепловой подготовки двигателя Д-240

УДК 629.1.06

Студент

Группа	ФИО
З-10402	Шарангович Владимир Александрович

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ТМС	Сырбаков Андрей Павлович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры ЭиАСУ	Нестерук Дмитрий Николаевич	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры БЖДиФВ	Пеньков Александр Иванович	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМС	Моховиков Алексей Александрович	к.т.н., доцент		

Юрга – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП



Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях агропромышленного комплекса и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях агропромышленного комплекса и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в техническом сервисе, при производстве, восстановлении и ремонте иных деталей и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники, для агропромышленного и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы в техническом сервисе, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на предприятиях агропромышленного комплекса.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля в техническом сервисе.
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники и при проведении технического сервиса в агропромышленном комплексе.
P12	Проектировать изделия сельскохозяйственного машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы технического сервиса, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований

**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Период выполнения весенний семестр 2015/2016 учебного года

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

Исходные данные к работе	Отчет по преддипломной практике
--------------------------	---------------------------------

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Обзор литературы 2. Объект и методы исследования 3. Расчеты и аналитика 4. Результаты проведенной разработки 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6. Социальная ответственность
Перечень графического материала	1. Обоснование работы (Цель, задачи исследования) 2. Техническая жесткость климата 3. Средства облегчения пуска дизельного двигателя 4. Методика проведения исследований 5. Проведение исследований 6. Результаты исследований 7. Патентный обзор 8. Общий вид конструкции 9. Сборочный чертеж 10. Чертежи оригинальных деталей 11. Экономическая часть
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Пеньков Александр Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: Реферат.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2016
---	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ТМС	Сырбаков Андрей Павлович	к.т.н.		03.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10402	Шарангович Владимир Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10402	Шарангович Владимир Александрович

Институт	ЮТИ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	специалист	Специальность	Технология обслуживания и ремонта машин в АПК

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочей зоны на предмет возникновения:
 - вредных проявлений факторов производственной среды
 - опасных проявлений факторов производственной среды
 - негативного воздействия на окружающую природную среду
 - чрезвычайных ситуаций

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
 - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
 - действие фактора на организм человека;
 - приведение допустимых норм с необходимой;
 - предлагаемые средства защиты
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности
 - механические;
 - электробезопасность;
 - пожаровзрывобезопасность
3. Охрана окружающей среды:
 - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
 - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
 - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:
 - перечень возможных ЧС на объекте;
 - выбор наиболее типичной ЧС;
 - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;
 - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;
 - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:
 - правовые нормы трудового законодательства;
 - организационные мероприятия при компоновке рабочей

зоны	
------	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Пеньков Александр Иванович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10402	Шарангович Владимир Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10402	Шарангович Владимир Александрович

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технология обслуживания и ремонта машин в АПК

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- перечень и характеристика основных фондов и оборотных средств, необходимых для реализации инженерных решений - расчет потребности в рабочей силе
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- нормы использования необходимых материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- характеристика действующей на базовом предприятии системы налогообложения

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	- обоснование расчета эффективности предлагаемых инженерных решений
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	- график внедрения предлагаемых инженерных решений
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	- оценка стоимости изготовления предлагаемой конструкции
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	- оценка стоимости внедрения предлагаемых инженерных решений
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	- оценка экономического эффекта от реализации предлагаемых инженерных решений

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Экономическая эффективность предлагаемых инженерных решений
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Нестерук Д.Н.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО
3-10402	Шарангович Владимир Александрович

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 с., 24 рис., 13 табл., 19 источников, 3 прил.

Ключевые слова: предпусковой разогрев ДВС, отрицательные температуры, бензиновая горелка, теплообменник, система охлаждения двигателя.

Объектом исследования являются процессы разогрева охлаждающей жидкости и моторного масла в дизельном двигателе в условиях отрицательных температур

Цель работы – обеспечение пуска дизельных двигателей в условиях отрицательных температур, путем совершенствования системы предпускового разогрева.

В процессе исследования проводились технологические и конструкторские расчеты

В результате исследования обоснована конструкция автономного предпускового подогревателя ДВС на базе бензиновой горелки, изготовлена конструкция предлагаемого устройства и проведены экспериментальные исследования, подтверждающие эффективность применения предложенной установки применительно к двигателю Д-240 в условиях отрицательных температур.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: применение предложенного устройства позволит, обеспечить пуск дизельного двигателя Д-240 при температуре окружающей среды до минус 40 °С, при минимальной величине пусковых износов подвижных элементов моторной установки, а также сократить время прогрева двигателя до 10 ... 20 мин.

Степень внедрения: Предлагаемое устройство не содержит сложных по изготовлению деталей и может быть изготовлено в условиях ремонтной базы института.

Область применения: аграрные предприятия.

Экономическая эффективность/значимость работы: Выполненные экономические расчеты показывают определенную экономическую эффективность конструкторских решений. Предполагаемая эффективность от внедрения конструкторской разработки, в условиях аграрного предприятия, составит в год 9170 руб., при сроке окупаемости в течении одного сезона (0,7 лет).

В будущем планируется: При более детальном технико-экономическом обосновании внедрение в условиях аграрных предприятий разработанной конструкции автономного предпускового подогревателя, применительно к трактору МТЗ-80/82.

ABSTRACT

final qualifying work 78 p., 24 fig., 13 tab., 19 sources, 3 adj.
Key words: internal combustion engine pre-heating, negative temperature, gasoline burner, heat exchanger, cooling system of the engine.

The object of study is processes warm up the coolant and engine oil in a diesel engine in freezing conditions purpose – the provision of start-up of diesel engines in freezing conditions, by improving the system of pre-heating. In the process of research was conducted technological and design calculations the study substantiated the autonomous design of pre-heater of the internal combustion engine on the basis of the petrol burner, made the design of the proposed device and experimental studies confirming the efficacy of the proposed installation in relation to the engine d-240 in conditions of negative temperatures.

The basic constructive, technological and technical-operational characteristics: the use of the proposed device will allow to ensure the start of the diesel engine d-240 when the ambient temperature to minus 40 0c, while the minimum value of the starting wear and tear of movable elements of the motor installation, as well as to reduce the engine warm-up time 10 to 20 min.

Level of implementation: the proposed device does not contain a complex for the manufacture of parts and can be manufactured in the repair depot of the institute.

Application field: agricultural enterprises.

Economic efficiency and significance of the work: performed the economic calculations show an economic efficiency of design solutions. Estimated effectiveness of the introduction of design development, in conditions of agricultural enterprises, will be a year 9170 rubles, the payback period in one season (0.7 years).

In the future it is planned: in a more detailed feasibility study introduction in the conditions of agricultural enterprises of the developed design autonomous prestarting heater, with respect to the tractor mtz-80/82.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	13
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	15
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	16
2.1 Географическое положение и климатические условия	16
2.2 Техническая жесткость холодной погоды	18
2.3 Холодный пуск	22
2.4 Требования к пусковым качествам двигателей	22
2.5 Выводы.....	Ошибка! Закладка не определена. 26
3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА.....	28
3.1.1 Программа исследований.....	28
3.1.3 Методика исследования температурного режима охлаждающей системы	29
3.1.4. Методика лабораторных испытаний	30
3.1.5 Методика лабораторных исследований	31
3.1.6 Методика определения эффективности разогрева системы охлаждения при помощи предпускового подогревателя	35
3.2 Конструкторская часть.....	38
3.3.1 Патентный обзор	38
3.3.1.1 Устройство для предпускового разогрева ДВС (патент №2451207)	38
3.3.1.2 Устройство для предпусковой подготовки ДВС (патент №2053380)	41
3.3.1.3 Предпусковой подогреватель ДВС (патент №2122138).....	44
3.3.1.4 Предпусковой подогреватель (патент №2168651).....	47
3.3.2 Описание разрабатываемой установки	49
3.3.3 Расчет предпускового подогревателя.....	50

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	55
4.1 Результаты экспериментов	55
4.2 Технические характеристики предлагаемого предпускового подогревателя	57
4.3 Выводы	58
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	59
5.1 Экономический расчет конструкторской разработки	59
5.2 Определение экономической эффективности от изготовления и применения предпускового подогревателя	66
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	68
6.1 Требования техники безопасности к монтажу, демонтажу проектируемого устройства	68
6.3 Экологическая безопасность	70
6.3.1 Общие сведения	70
6.3.2 Нормы выбросов	71
6.3.3 Перспективы снижения выбросов	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	76
ПРИЛОЖЕНИЕ	78

ВВЕДЕНИЕ

К основным задачам развития АПК наряду с техническим перевооружением относятся поддержание в работоспособном состоянии машинно-тракторного парка и его высокоэффективное использование. Только при соблюдении этих условий можно добиться высокого качества выполнения сельскохозяйственных работ, снизить сопротивление при движении агрегатов и, следовательно, уменьшить расход топлива, обеспечить сохранность и защиту деталей машин от коррозии.

Применение многих машин в хозяйствах круглый год обусловлено непрерывностью производственного процесса некоторых сельскохозяйственных работ. Объем работ, выполняемых в зимнее время, достигает 40 % годового.

Эксплуатация сельскохозяйственной техники зимой значительно сложнее, чем летом. Причины этого в больших затратах на подготовку машин к работе, в повышении изнашивания деталей, снижении тяговой способности при работе на снежном покрове, особенно на мерзлых и обледенелых грунтах, в ухудшении продольной и поперечной устойчивости машин.

Снижение производительности машинно-тракторного парка зимой обуславливается суровыми климатическими условиями. В некоторых районах страны (Сибирь и Дальний Восток) - морозный период длится около 260 дней при средних январских температурах $-25 \dots -35^{\circ}\text{C}$, а минимальные температуры достигают $-50 \dots -60^{\circ}\text{C}$. Освоение богатств этих районов ставит перед наукой и практикой ряд сложных вопросов по комплексному использованию техники, в том числе и сельскохозяйственной. Машины, направляемые в северные и восточные районы страны, так же как и эксплуатационные материалы для них, должны быть рассчитаны на работу в условиях сурового климата.

Как правило, пуск дизелей производится в ранние утренние часы т.е. в начале смены, когда среднесуточная температура воздуха наименьшая, поэтому на пуск и прогрев ДВС в среднем затрачивается около 0,5 – 1,5 ч.

При пуске холодного двигателя из-за снижения частоты вращения коленчатого вала (по причине увеличения вязкости моторного масла, а также снижении емкости, мощности и энергоотдачи аккумуляторных батарей) температура в конце сжатия нарастает крайне медленно. Снижение температуры окружающего воздуха на 10°C понижает температуру заряда в цилиндре в конце такта сжатия на $20...25^{\circ}\text{C}$. При температуре $-15 \dots -20^{\circ}\text{C}$, независимо от высокой частоты вращения коленчатого вала, пуск двигателя без предварительного подогревания становится невозможным.

Пуск двигателей зимой без предварительного разогрева картерного масла и охлаждающей жидкости приводит к усиленному износу деталей двигателя.

Предлагаемые в данной работе разработки основаны на исследованиях ряда научных организаций и учебных заведений по данной тематике и обобщении опыта работы механизаторов предприятий основных климатических зон страны.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Эксплуатация сельскохозяйственных тракторов в нашем регионе происходит в сложных климатических условиях. Устойчивые отрицательные температуры воздуха продолжаются с ноября по март – апрель (табл. 2.1). Наиболее резкие колебания среднемесячной температуры наблюдаются весной и осенью: в апреле от -31°C до 28°C , в мае от -17°C до 34°C , в сентябре от -9°C до 30°C , в октябре от -32°C до 26°C . Самыми холодными месяцами являются декабрь, январь и февраль. Абсолютный минимум температур достигает -44°C ... -57°C . Наличие низких температур усугубляется ветром, так как при разной скорости ветра вводится температурно-холодовой индекс. Так например при показаниях термометра -20°C и скорости ветра 5 м/с реальная температура будет составлять -38°C .

Западная Сибирь – один из основных районов зернового хозяйства и молочного животноводства Сибири, дающая 15% заготовок зерна, и столько же животного масла. Регион производит 3/4 валовой продукции сельского хозяйства Сибири. Почти 1/7 земельной площади Западной Сибири приходится на сельскохозяйственные угодья, находящиеся в пользовании акционерных товариществ, фермеров, совхозов и колхозов. Это почти 36 миллионов га. В том числе: пашня составляет 56%, естественный сенокос около 20% и пастбища 22%, при посевной площади более 17 миллионов га и сборе зерновых культур около 17200 тыс. т.

2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Географическое положение и климатические условия

Эксплуатация сельскохозяйственных тракторов в нашем регионе происходит в сложных климатических условиях. Устойчивые отрицательные температуры воздуха продолжаются с ноября по март – апрель (табл. 2.1). Наиболее резкие колебания среднемесячной температуры наблюдаются весной и осенью: в апреле от -31°C до 28°C , в мае от -17°C до 34°C , в сентябре от -9°C до 30°C , в октябре от -32°C до 26°C . Самыми холодными месяцами являются декабрь, январь и февраль. Абсолютный минимум температур достигает -44°C ... -57°C .

Наличие низких температур обостренных ветра, так как при различных скоростях ветра вводится температуры холодной индекс. Так, например, если показания термометра -20°C и скорости ветра 5 м / с реальной температуры будет $^{\circ}\text{C}$.

Температура металлических деталей двигателя, моторного масла, топлива, охлаждающей жидкости выравнивается с температурой окружающего воздуха, тем быстрее, чем выше скорость ветра и, следовательно, скорость снижения температуры двигателя и трактора в целом.

Таблица 2.1 - Климатические условия осенне – зимнего периода эксплуатации сельскохозяйственных тракторов в Западной Сибири.

Пункт	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
	Среднемесячная температура, $^{\circ}\text{C}$					
1	2	3	4	5	6	7
Тюмень		-7,5	-14,5	-16,7	-14,9	-8,1
Омск		-8,0	-16,5	-19,3	-18,5	-11,5

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Новосибирск	1,5	-9,7	-16,5	-19,0	-17,2	-10,7
Барнаул	2,6	-8,2	-15,2	-17,7	-16,3	-9,5
Томск	0,9	-10,4	-17,5	-19,2	-16,7	-10,1
Кемерово	1,1	-9,8	-17,0	-19,2	-17,0	-10,6

Западная Сибирь - один из основных направлений зернового хозяйства и молочного животноводства Сибири, давая 15% собранного зерна, а так же сливочного масла. Область производит 3/4 валовой продукции сельского хозяйства Сибири. Почти 1/7 часть площади Западной Сибири являются сельскохозяйственные угодья, которые используются акционерными ассоциаций, фермеров, совхозов и колхозов. Это почти 36 млн га, из них: пашни составляет 56%, естественный Сенокос около 20% пастбищ и 22%, с культивируемой площади более 17 млн га, а урожайность зерновых около 17200 тонн

Сельское хозяйство использует более 90000 тракторов в стандартном базисе. Они выполняют общий объем работ 10 миллионов гектаров обычной вспашке. Как показано на рис.2.2, от общего объема трактора работает около 30% в зимний период.

Кроме того, около 50% зимнего объема работ, необходимых для выполнения транспортных операций, около 30% технологических операций, связанных с выращиванием культур, и около 20% - на фермах работ, содержания дорог и территорий.

Для достижения этой цели объем работ зимой в хозяйствах области использования от 45% до 100% денежных тракторов. Из-за несовершенства оборудования, системы планирования, сроков и объемов выполнения работ, качество подготовки техников и операторов машин, а также способов

хранения и портить техническое обслуживание машин сельского хозяйства являются большие потери. По оценкам общего количества текущих ремонтов за счет использования оборудования в зимних условиях увеличивается на 20-25%. Рост стоимости ремонта одного трактора работал в зимнее время увеличивается на 15-20%. Несмотря на кажущуюся сложность использования технологии в зимний период объем работы из года в год, а также увеличивает диапазон работ.

2.2 Техническая жесткость холодной погоды

Свойства материалов, производительность, производительность машин, работающих на открытом воздухе, зависит от всего комплекса климатических факторов, интенсивность воздействия, которые должны быть охарактеризованы как технические, жесткость климатических и погодных условий. Впервые понятие жесткости (степени тяжести) холодной погоды по отношению к человеку было введено Бодман, определенным в пунктах (единиц) по формуле::

$$S = (1 - 0.04 t) \cdot (1 + 0.272 V) \quad (2.1)$$

где t - отрицательная температура воздуха, ° C;

V - максимальная скорость ветра в момент действия температуры, t , м/с.

Вследствие необоснованно большого влияния в этой формуле скорости ветра она оказалась малоприменимой в практических расчетах.

Позднее в работе был введен термин «техническая жесткость климата и погоды» и предложена формула для определения технической жесткости холодного климата в баллах

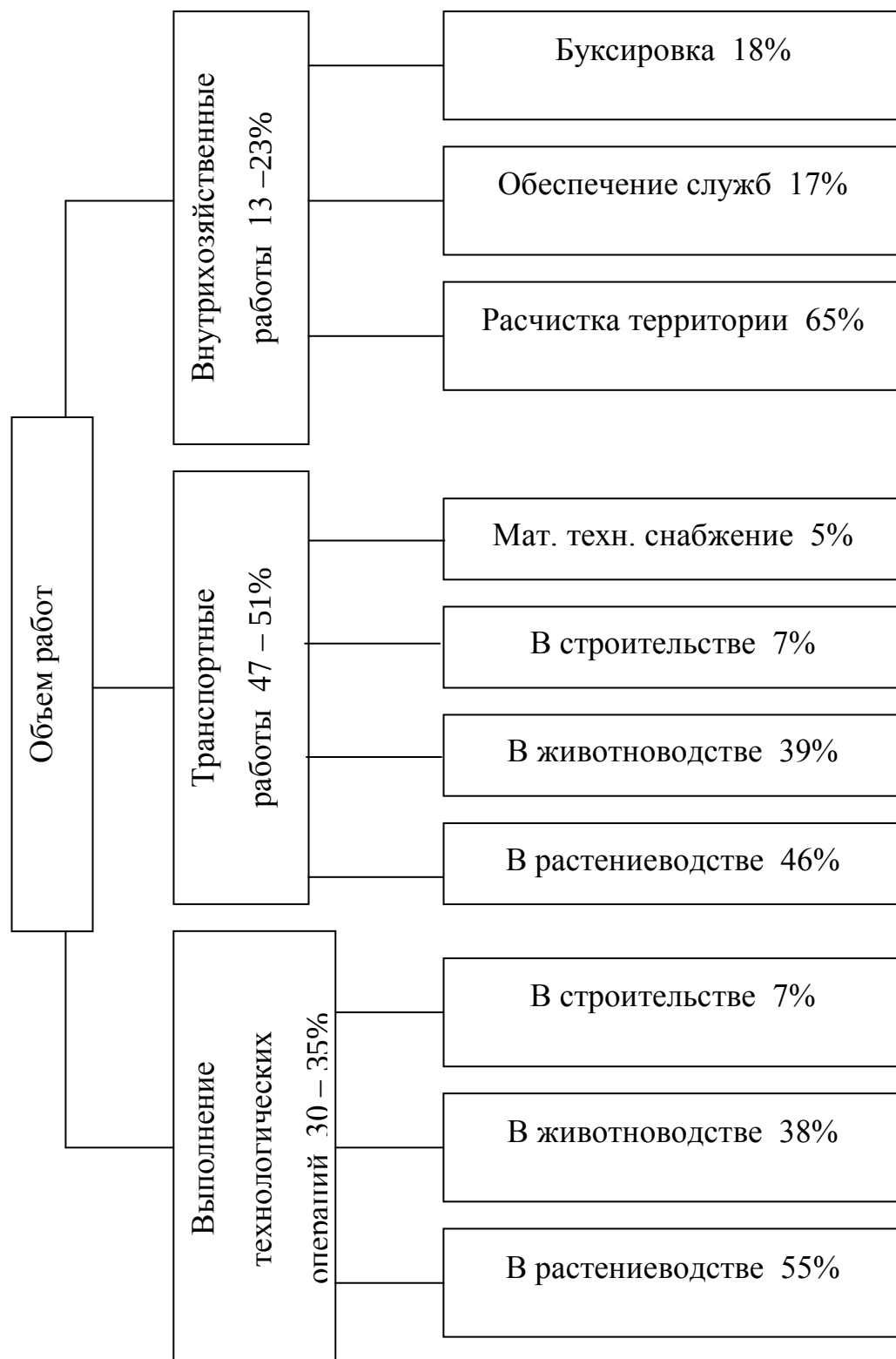


Рисунок.2.1 - Виды и объём выполнения зимних работ в сельском хозяйстве тракторами

$$N_k = (0.75 t_{\min \text{ ср}} + 0.25 t_{\min \text{ абс}}) \cdot (1 + 0.015 \sigma_x) \times \\ \times (1 + 0.07 V_x) \cdot (1 + 0.26 \varphi_x) \cdot (1 + 0.14 \Theta) \cdot (1 + 0.022 \tau_x) \quad (2.2)$$

где $t_{\min \text{ ср}}$ – среднее значение минимальных температур воздуха за три наиболее холодных месяца, °C;

$t_{\min \text{ абс}}$ – среднее значение абсолютного минимума за три наиболее холодных месяца, °C;

σ_x – средняя периодическая температура суточных колебаний температуры воздуха за три наиболее холодных месяца, °C;

V_x – средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца, м/с;

φ_x – среднее значение относительной влажности воздуха за три наиболее холодных месяца, в долях единиц;

Θ – среднее значение за месяц числа дней с туманом и метелью за три наиболее холодных месяца, дней;

τ_x – продолжительность действия средней температуры воздуха ниже нуля, месяцев.

Техническая жёсткость холодной погоды объединяет в себя весь комплекс климатических факторов (скорость ветра, температуры и влажность воздуха, амплитуда суточных колебаний и др.), которые неблагоприятно влияют на свойства конструкционных и эксплуатационных материалов и на надёжность машин в целом.

Возможный диапазон технической жесткости холодного климата находится в пределах 0...170 баллов, который разбит на пять групп.

Природные факторы оказывают существенное влияние на работу машин, зачастую противоречивое. Например, низкие температуры снижают пусковые качества и тепловой режим двигателя, повышают неполноту сгорания и ухудшают экономичность двигателя. С другой стороны, из-за повышения плотности воздуха, вследствие низкой его температуры на впуске

Анализ формулы технической жесткость холодного климата, а также результаты исследования позволяют сделать следующий вывод - из всех климатических факторов Западной Сибири наиболее важное значение для из того, являются температура воздуха и скорость ветра.

За счет увеличения жесткости холодной надежности погоды тракторов снижается из-за несогласованности, т.е. современные тракторные двигатели предназначены для температуры воздуха 150 ° С и давлении 760 мм.рт.ст. Перепад температур окружающей среды относительно реальных условий зимней эксплуатации и расчетными параметрами составляет 600С (рис.2.2).



2.3 Холодный пуск

Создание необходимых условий для успешного ожога зависит от целого ряда конструктивных и эксплуатационных факторов. К ним относятся сжатие, износ, нагара и т.д., скорость и продолжительность проворачивания коленчатого вала, определенную вязкость моторного масла, мощности, емкости и состояния батарей, длина и сечение кабеля стартера, свойств топлива и качества его атомизации, использование вспомогательных средств, которые облегчают запуск и т.д.

Когда температура окружающего воздуха, создавая условия, необходимые для запуска двигателя более трудным. Основные трудности в данном случае заключаются в следующем:

- увеличение сопротивления крутящего момента на вращение коленчатого вала двигателя;
- уменьшение мощности стартера из-за уменьшения емкости батарей;
- меньше испарение топлива и ухудшение смеси;
- увеличение требуемой начальной скорости коленчатого вала.

Эффект от всех этих причин при отрицательной температуре наружного воздуха проявляется в то же время, обострив и затрудняя весь процесс запуска. Многолетний опыт эксплуатации показывает, что при температуре емкости С батареи -18° (от батареи) от первоначального 40%, и крутящий момент сопротивления увеличивается на 210% (при использовании масла всесезонную).

В параметрах дизельного двигателя такта сжатия определяют надежность воспламенения топлива. Для надежного запуска дизельного двигателя необходимо, чтобы температура в конце сжатия превышает температуру воспламенения топлива.

При запуске двигателя в замораживании конце температурного режима значение сжатия снижается по ряду причин. Таким образом, уменьшая скорость вращения коленчатого вала двигателя стартером уменьшает среднюю скорость поршня.

В результате, периоды времени, отведенного для протекания процесса сжатия будет увеличиваться. Низкая температура стенок цилиндра двигателя вызывает значительные потери тепла от сжатого воздуха к стенкам цилиндра. Так же как и интенсивность теплообмена между воздухом и стенками цилиндра возрастает, увеличение потерь тепла во время такта сжатия в окружающую среду, и температура в конце такта сжатия уменьшается.

Пусковая характеристика двигателя оценивается по двум основным параметрам:

1. Предельная надежность пуска зависит от температуры минимальная стартовая скорость и трение среднего давления двигателя, а также частота propertyware коленчатого вала двигателя система elektrostarter пуска.
2. Время подготовки двигателя принять нагрузку.

2.4 Требования к пусковым качествам двигателей

1. Предельная температура надежного пуска холодного двигателя и время подготовки двигателя к принятию нагрузки при этой температуре приведены в таблице 2.2

В дополнение к требованиям в ТУ на автомобили и двигатели должна указываться согласованная с заказчиком предельная температура надежного пуска холодного двигателя на каждом моторном масле, предусмотренном химмотологической картой на автомобиль.

2. Надежный пуск горячего двигателя должен быть обеспечен:

- для двигателей автомобилей общего и многоцелевого назначения и северного исполнения при температуре окружающего воздуха не ниже 40°C ;
- для двигателей автомобилей тропического исполнения при температуре окружающего воздуха не ниже $+45^{\circ}\text{C}$ при затратах времени на подготовки двигателей к принятию нагрузки не более 3 мин.

3. Предельная температура надежного пуска двигателя после предпускового подогрева и время с учетом затрат времени на предпусковой подогрев приведены в таблице 2.3

4. Время пуска и подготовки к принятию полной нагрузки двигателей многоцелевых автомобилей, оснащенных 2-х режимной системой тепловой подготовки, после длительного автоматического поддержания их в теплом состоянии при температуре окружающего воздуха минус 50⁰С должно быть не более 2 минут.

Таблица 2.2- Предельная температура надежного пуска холодного двигателя и время его подготовки к принятию нагрузки.

Параметры	Тип двигателя							
	Карбюраторный			Дизель				
				с камерой в поршне	с камерой в поршне и турбонаддувом при степени сжатия не ниже 15		с разделенной камерой при степени сжатия не ниже 21	
1	2	3		4		5		6
Предельная температура надежного пуска, ⁰ С Не ниже Не выше	+45	-20	-30	-12	-30	-10	-25	-20
Вязкость моторного масла, мм ² /с (сСт)	летнее	5000	5000					

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3		4		5		6
Топливо	Бензин	Бензин зимний		Дизельное «3» -35	Дизельное «3» -45	Дизельное «3» -35		Дизельное «3» -35
Время подготовки двигателя к принятию нагрузки, мин, не более	3	8	10	8	10	8	10	10

Пуск двигателей с применением устройств облегчения пуска; при использовании электрофакельного устройства допускается повышение предельной температуры надежного пуска: для дизелей с камерой в поршне - до -25°C , а дизелей с ТКР - до -22°C .

Для карбюраторных двигателей автомобилей многоцелевого исполнения предельная температура надежного пуска холодного двигателя не ниже $+50^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2.3- Предельная температура надежного пуска холодного двигателя с системой предпускового подогрева и время его подготовки к принятию нагрузки

Параметры	Назначение автомобиля		
	Общего и северного использования и многоцелевого назначения	Многоцелевого назначения	Северного использования
1	2	3	4
Предельная температура надежного пуска двигателя $^{\circ}\text{C}$, не выше	-45	-50*	-60*
Сорт моторного масла	Зимнее, класса «8»	Маловязкое загущенное, класса «4 ₃ /6; 4 ₃ /8; 5 ₃ /8»	

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	
Сорт трансмиссионного масла	зимнее	(арктическое) загущенное маловязкое	
Сорт топлива	Бензин зимний, Дизельное «А»	Бензин зимний Дизельное «А» Топливо для реактивных двигателей	
Время подготовки двигателя к принятию нагрузки, мин, не более	36	30	45

В процессе зимнего использования автомобилей с дизельными двигателями, являются важными вопросы, связанные с их запуском.

Запустить двигатель в зимнее время без предварительного нагрева масла в картере и охлаждающей воды приводит к повышенному износу деталей двигателя.

По результатам многочисленных исследований, многие авторы предоставили статистические данные, что более 100 холодный запуск с последующим нагревом цилиндро-поршневой группы двигателя изнашивается, как и для 1000 ... 1100 ч нормальной эксплуатации, износ пре- нагревают (при температуре охлаждающей жидкости в головке блока цилиндров двигателя 30 ... 60 0С) в 1,5-2 раза меньше. Поэтому, прежде чем запустить двигатель, желательно, чтобы разогреть различные доступные средства и методы.

2.5 Выводы

Суровые климатические условия нашей страны привело к развитию большого числа различных инструментов и методов для облегчения запуска трактора двигателей в холодное время года.

Практика работающих машин показал, что традиционное решение этих проблем будет сопряжено со значительными техническими и технологическими трудностями, которые приводят к излишним расходам.

Так, например, используется в зимнее время для предварительного подогрева двигателей с серийных вспомогательных нагревателей не находит широкого распространения из-за высокой стоимости и низкой надежности.

Индивидуальные подогреватели являются эффективным средством для облегчения запуска дизельного двигателя при низких температурах воздуха. Их применение обеспечивает использование низкозамерзающих охлаждающих жидкостей, что позволяет увеличить основное рабочее время и увеличить производительность машины сменную на 5-6%. Подогреватель обеспечивает надежный запуск двигателей при температуре окружающей среды до -40°C в течение 25-30 минут.

Использование подогревателя в зимнее время позволяет снизить расход топлива на 0,1-0,5 литров на старте, в течение зимы и 300-500 запусков позволяет экономить от 30 до 150 литров топлива

3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

3.1.1 Программа исследований

В процессе экспериментальных исследований устанавливаются основные закономерности изменения температуры узлов охлаждающей системы при работе сельскохозяйственного трактора в условиях низких температур.

Изучаются вопросы качественной работы системы охлаждения в отрицательных температурах, путем поддержания оптимальной температуры охлаждающей жидкости в основных элементах системы путем теплообмена в закрытых радиаторах.

В качестве объекта исследования был выбран сельскохозяйственный трактор МТЗ-80 как самый распространенный для выполнения хозяйственных работ в зимний период.

3.1.2 ОБЩАЯ МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Задача по определению надежности работы системы охлаждения сельскохозяйственных тракторов решается двумя путями – экспериментальным и теоретическим.

В теоретической части работы анализируем существующие методы расчетов тепловых режимов в конструкциях, выбираем наиболее отвечающий конкретным условиям и производим расчет динамики температурного режима работы системы охлаждения.

В экспериментальной части работы проверяем правильность теоретических предпосылок и решения поставленных задач, решаем вопросы которые не поддаются разрешению их теоретическим путем (рис3.1).



Рисунок 3.1- Методика проведения исследований

3.1.3 Методика исследования температурного режима охлаждающей системы

В экспериментальной части работы эту задачу решаем по следующей методике:

1. Проводим лабораторные испытания трактора в зимних условиях и выясняем динамику температурного режима системы охлаждения при различной температуре воздуха.
3. Работа трактора в полевых условиях связана с неизбежными остановками и нестабильностью нагрузочного режима. Поэтому чтобы

получить строгие динамики температурного режима топливной системы трактора, проводим более тщательные лабораторные испытания.

3. В реальных условиях эксплуатации тракторы работают с периодическими остановками, обусловленные технологией работ, непредвидимыми остановками, вызванными различными причинами. Во время остановок трактора происходит остывание узлов двигателя и в том числе системы питания (фильтры грубой и тонкой очистки, топливные насосы высокого и низкого давления, форсунки, топливопроводы) с дальнейшим разогревом после возобновления движения. Поэтому, чтобы скорректировать полученные зависимости динамики температурного режима топливоподающей системы в стендовых условиях, необходимо иметь хронометражные карты работы трактора на различных операциях. Результаты лабораторных испытаний и скорректированных стендовых дадут представление о температурном режиме работы топливоподающей системы трактора в эксплуатационных условиях зимы.

3.1.4. Методика лабораторных испытаний

Для изучения условий работы узлов охлаждающей системы трактора, при низких температурах окружающей среды были проведены зимние лабораторные испытания. Задачи испытаний заключались в определении динамики теплового состояния элементов системы охлаждения, в зависимости от климатических факторов (рис.3.2).

Исследования проводились на тракторе МТЗ-80, при окружающих температурах атмосферного воздуха в пределах от 0°C до минус 35°C

Система охлаждения заправлялась низкотемпературной жидкостью «Антифриз А-40», система смазки – маслом М8В₂, система питания – дизельным топливом «З» по ГОСТ 305-83.

Определения температуры охлаждающей жидкости в элементах системы, во время эксплуатации трактора осуществлялось двумя способами:

- 1) термодатчиками;

2) использование дистанционного термометра «BC -89»

Методика исследований включала следующие режимы и условия проведения испытаний:

- пуск двигателя осуществлялся в неотапливаемом боксе;
- исследования проводились как с предварительным прогревом двигателя так и без него;
- в период испытаний замерялись: температура окружающей среды, охлаждающей жидкости двигателя, охлаждающей жидкости в предпусковом подогревателе и скорость ветра.

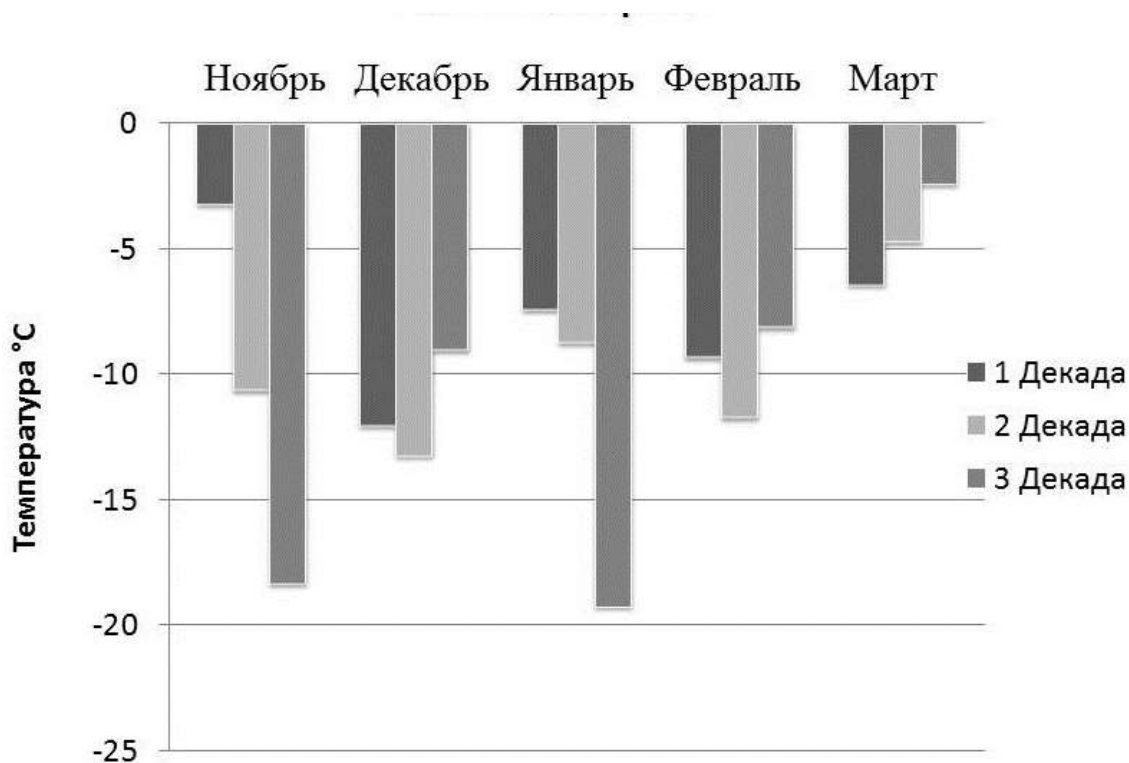


Рисунок 3.2- Средние температуры за зимний период 2015-2016 г.

3.1.5 Методика лабораторных исследований

Целью лабораторных исследований является выяснение динамики увеличения массы фильтров грубой и тонкой очистки, за счет отложения кристаллов парафина и льда, в зависимости от температуры топлива на различных режимах эксплуатации (рис.3.3).

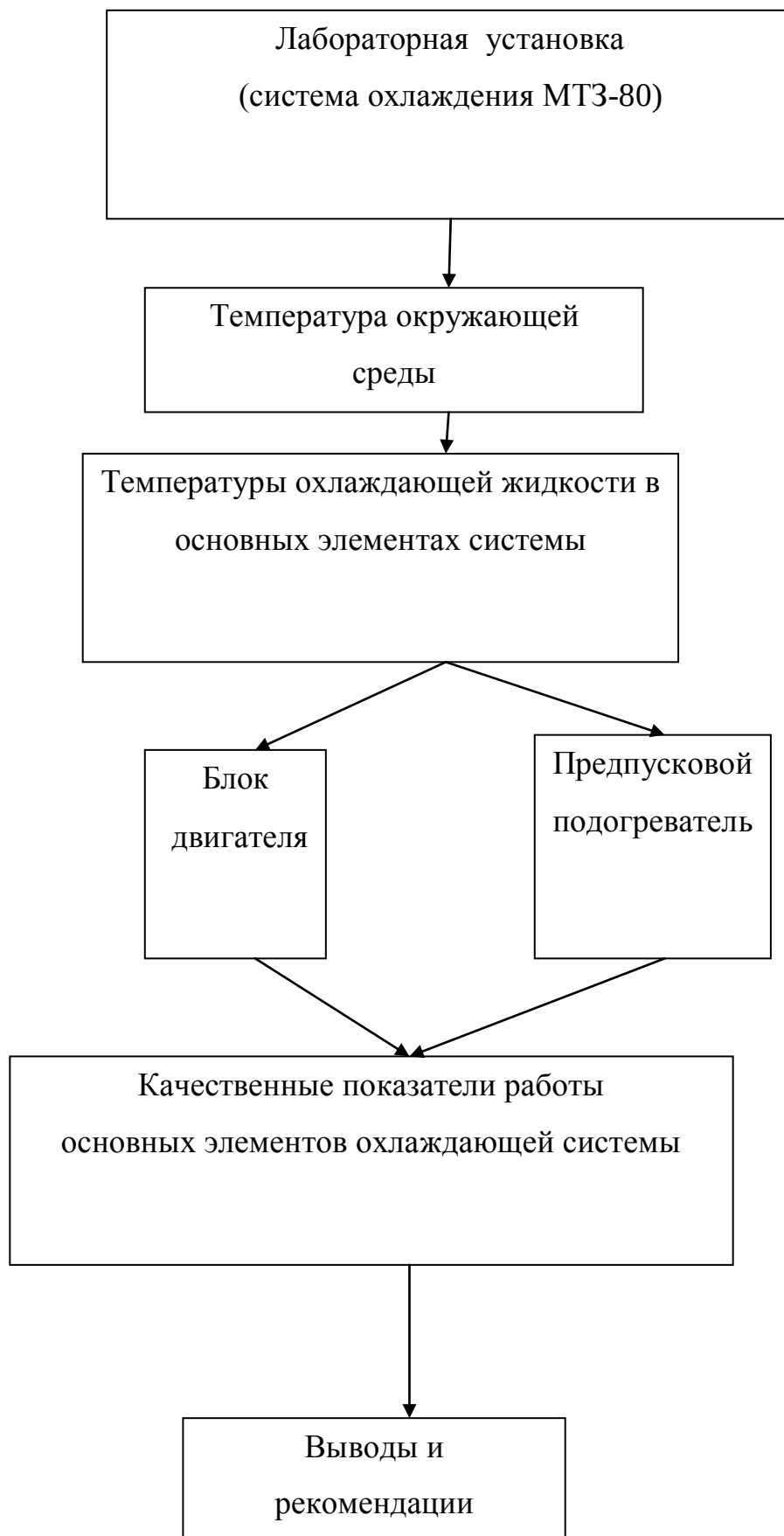


Рисунок 3.3-Схема методики лабораторных исследований

В процессе работы установки (рис.3.6) фиксировалась температура топлива в основных элементах топливоподачи (топливный бак, фильтр грубой очистки, топливный насос низкого давления, фильтр тонкой очистки, топливный насос высокого давления) и массовое приращение в фильтрах грубой и тонкой очистки.

Исследования проводились при температуре окружающего воздуха - 10 ... -26 °С, на дизельном топливе марки «З» по ГОСТ 305-82 с различным процентным соотношением керосина (10%, 20%, 30%), на различных режимах эксплуатации (номинальный и холостой), так как увеличение количества керосина свыше 30% ухудшаются условия пуска и работы двигателя.

Для определения температуры охлаждающей жидкости использовались температурные датчики (рис.3.4) ,и дистанционный термометр (BC-89). (рис.3.5).



Рисунок 3.4- Температурный датчик



Рисунок 3.5- Дистанционный термометр

Регистрация температур охлаждающей жидкости в блоке фиксировалась через промежуток времени, 2 мин.

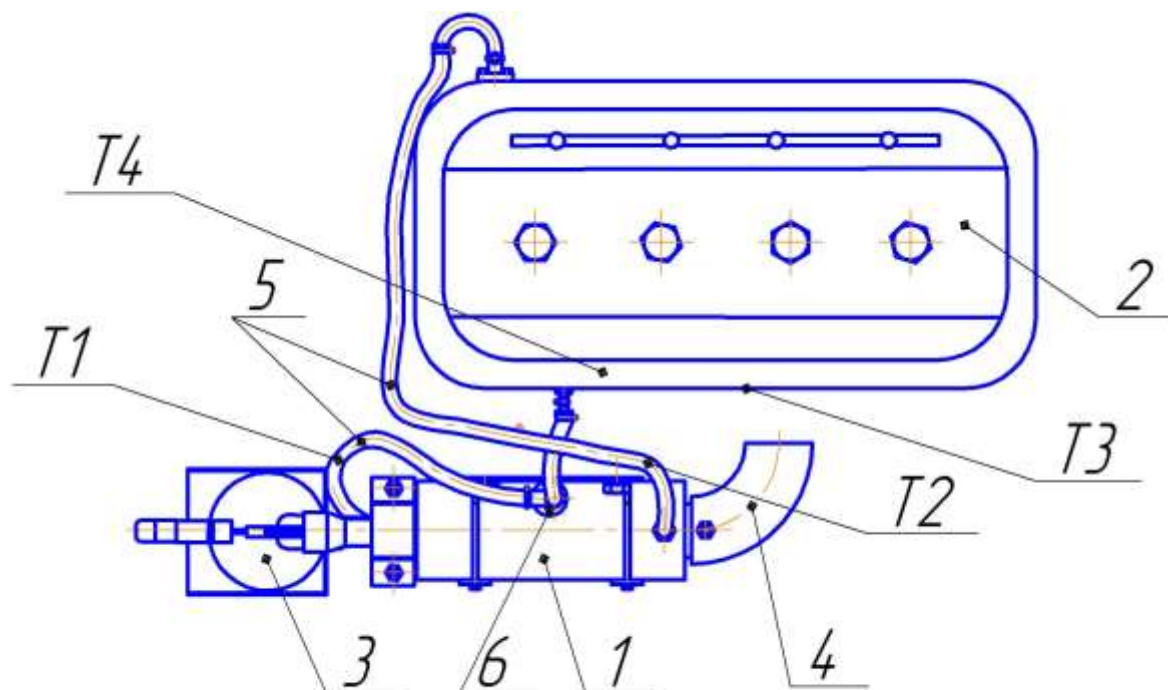


Рисунок 3.6 - Схема установки тепловых датчиков: 1-предпусковой подогреватель, 2-двигатель д-240, 3-бензиновая горелка, 4-трубное колено, 5-шланги, 6-насос, t_1 -датчик в пр.подогревателе, t_1 – температура ож на входе в подогреватель, $^{\circ}\text{C}$ (температура блока двигателя); t_2 - температура ож на выходе из подогревателя, $^{\circ}\text{C}$; t_3 - температура моторного масла в картере двигателя, $^{\circ}\text{C}$; t_4 - температура наружной поверхности головки блока цилиндров, $^{\circ}\text{C}$.

3.1.6 Методика определения эффективности разогрева системы охлаждения при помощи предпускового подогревателя

В процессе эксплуатации тракторов сельскохозяйственного назначения в зимний период одной из основных проблем обеспечения работоспособности является холодный пуск двигателя. Пуск дизелей в условиях отрицательных температур окружающей среды затруднен из-за сложности обеспечения пусковой частоты вращения коленчатого вала, ухудшения условий смесеобразования и воспламенения горючей смеси.

Пуск двигателей зимой без предварительного разогрева картерного масла и охлаждающей воды приводит к усиленному износу деталей двигателя. Поэтому перед пуском двигатель желательно прогреть различными доступными средствами и способами.

В настоящее время предложено и разработано множество методов и приспособлений, облегчающих пуск холодных двигателей. Большинство из них основано на предпусковом разогреве технических жидкостей двигателя, как автономными подогревателями, так и подогревателями запитанные от внешней электрической среды.

Наиболее эффективными устройствами для разогрева технических жидкостей ДВС, являются автономные предпусковые подогреватели работающие на жидком или газообразном топливе. Но не смотря на автономность, дистанционность работы и форсированность предпускового разогрева охлаждающей жидкости двигателя, применение современных автономных предпусковых подогревателей для отечественных тракторов эксплуатирующихся в условиях аграрных предприятий частично сдерживается из-за высокой стоимости конструкции, квалифицированного сервисного обслуживания, а также в дополнительном энергопотреблении исполнительных систем (насос топливоподдачи и циркуляции охлаждающей жидкости двигателя, привод вентилятора) от бортовой системы машины.

С учетом недостатков серийных автономных подогревателей, нами предлагается с целью упрощения конструкции и удобства монтажа на двигатель, а также их обслуживания, в качестве конструкции греющего модуля предпускового подогревателя применить горелку на базе бензиновой паяльной лампы.

С целью определения эффективности применения бензиновой горелки предложена конструкция автономного предпускового подогревателя для двигателя Д-240 трактора МТЗ-80. Предлагаемая конструкция предпускового подогревателя состоит из теплообменника, выполненного в виде кожехотрубного теплообменника с водяной рубашкой соединенной посредством резиновых шлангов с жидкостной системой охлаждения двигателя. Бензиновая горелка, в качестве которого применяется паяльная лампа с тепловой мощностью 1,5...5,0 кВт, выполнена в виде съемного модуля, что позволяет осуществлять розжиг горелки на безопасном удалении от трактора, с последующим вводом ее в рабочую зону подогревателя.



Рисунок 3.7 Предпусковой подогреватель двигателя Д-240 на базе бензиновой горелки:

1 – бензиновая горелка; 2 – кожехотрубный теплообменник; 3 – масляный картер двигателя; 4 – диффузор для отвода выхлопных газов от бензиновой горелки.

Суть метода заключается в том, что перед запуском двигателя, необходимо предварительно разогреть предпусковой подогреватель паяльной лампой, за тем в процессе запуска двигателя, под действием автономного насоса происходит принудительная замена жидкостей, предпусковой подогреватель - водяная рубашка блока двигателя, и как правило форсированный разогрев двигателя за 10 ... 20 минут. Тем самым улучшаются условия для пуска дизельного двигателя и сокращается время прогрева в 2 ... 4 раза.

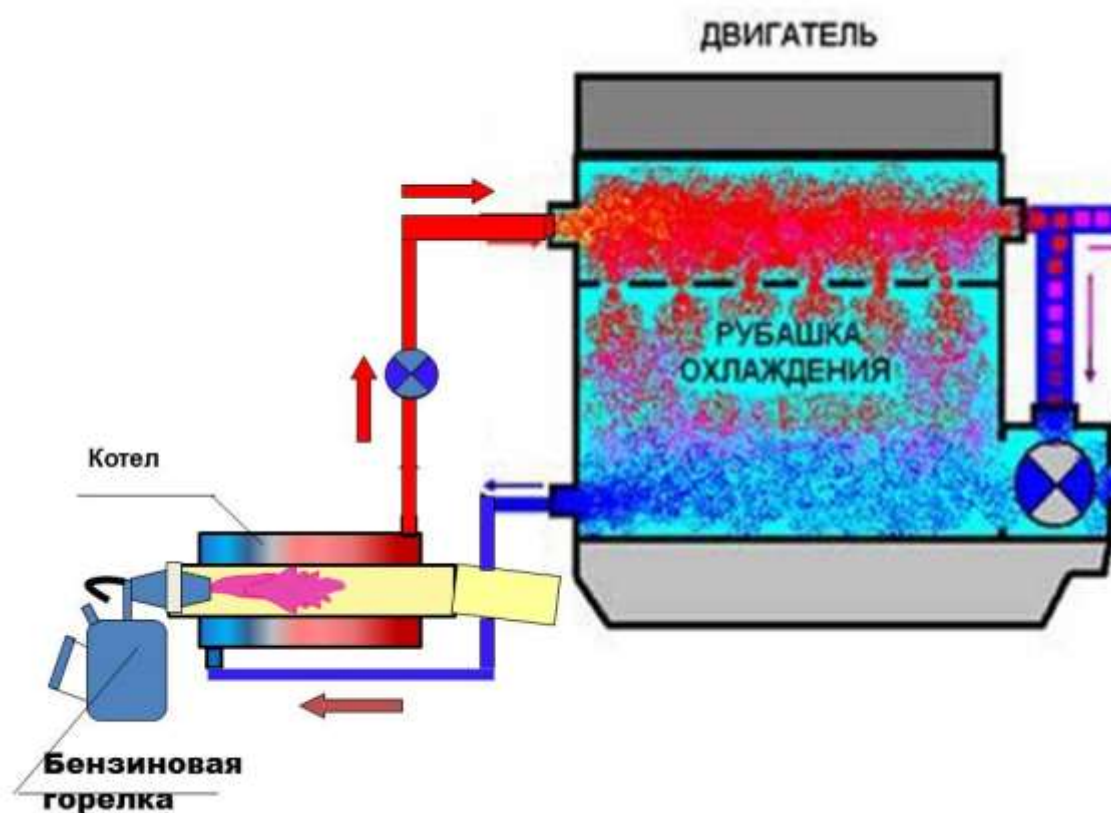


Рисунок 3.8 - Принцип работы предпускового подогревателя

Интенсивность прогрева трактора зависит от температуры окружающей среды и от температуры охлаждающей жидкости нагретой в предпусковом подогревателе. Разогрев двигателя ведем от температуры окружающей среды до выравнивания температур в предпусковом подогревателе. Температуру окружающей среды принимаем -10, -12, -18, -

22, -24, -26⁰С с тем, чтобы были охвачены все диапазоны температур опасной зоны эксплуатации сельскохозяйственных тракторов.

Циркуляция жидкости через подогреватель осуществлялась двумя методами: принудительно - с помощью электрического насоса, и естественная циркуляция (термосифонная).

В процессе работы предпускового подогревателя, осуществлялся разогрев не только охлаждающей жидкости двигателя, но и моторного масла, путем дополнительного подвода выхлопных газов от бензиновой горелки к корпусу масляного картера.

3.2 Конструкторская часть

Пуск двигателя. Этот этап особенно труден при зимней эксплуатации машин. Часто на пуск и прогревание двигателя затрачивается 1...2 ч. Сложности пуска двигателя зимой обуславливаются общим недостатком тепла, плохим истечением и испарением топлива, обеднением смеси и возможным обледенением карбюратора, а у дизелей - ухудшением воспламенения топлива в результате утечки возд`уха и понижением степени сжатия в камере сгорания. Кроме того, увеличивается вязкость топлива, особенно дизельного, засоряются фильтры вследствие выпадения кристаллов парафина при низких температурах.

Пусковые качества двигателей внутреннего сгорания определяются их конструкцией и наличием вспомогательных пусковых средств.

3.3.1 Патентный обзор

3.3.1.1 Устройство для предпускового разогрева ДВС (патент №2451207)

Изобретение может быть использовано в сельскохозяйственном и транспортном машиностроении для улучшения условий труда операторов транспортных средств при работе в условиях низкой температуры окружающего воздуха.

Задачей настоящего изобретения является улучшение условий труда операторов транспортных средств за счет облегчения пуска двигателя внутреннего сгорания, сокращения времени на предпусковой разогрев двигателя внутреннего сгорания, снижения пожароопасности и обеспечения мобильности процесса предпускового разогрева.

Совокупность существенных признаков устройства для предпускового разогрева двигателя внутреннего сгорания не известна из уровня техники и в результате патентного поиска не обнаружено влияние совокупности новых признаков (выполнение устройства съемным в корпусе, имеющего функцию подогрева элементов подкапотного пространства) на достижение нового положительного эффекта, а именно сокращение времени на предпусковой разогрев двигателя внутреннего сгорания, отсутствие необходимости монтажа, использования и технического обслуживания устройства в теплое время года, обеспечение пожаробезопасности процесса предпускового разогрева, что позволяет сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения как критерию «новизна», так и критерию «изобретательский уровень».

Принципиальная схема устройства для предпускового разогрева двигателя внутреннего сгорания представлена на рисунке 3.9 (вид сверху). Устройство включает в себя нагревательный элемент 1, представляющий собой газовую горелку инфракрасного излучения, соединенную с газовым баллоном через штуцер 8, малогабаритный съемный корпус 2, прикрепленный к нижней части внешней стенки двигателя внутреннего сгорания, в нижней части корпуса 2 устройства над нагревательным элементом 1 расположен теплообменник 3, заполненный охлаждающей жидкостью и снабженный входным 4 и выходным 5 патрубками подвода и отвода жидкости, соединенными с системой охлаждения двигателя внутреннего сгорания, запальник 7 с искровым элементом пьезоподжига. Верхняя часть корпуса 2 устройства оборудована патрубком 6 для установки

съемного гибкого шланга для подачи подогретого воздуха к элементам подкапотного пространства через насадку.

Устройство для предпускового разогрева двигателя внутреннего сгорания работает следующим образом. При необходимости осуществить предпусковой подогрев двигателя внутреннего сгорания транспортного средства оператор устанавливает съёмную горелку инфракрасного излучения 1 в нижнюю часть малогабаритного съёмного корпуса устройства 2, горелка инфракрасного излучения 1 соединяется с газовым баллоном через штуцер 8, осуществляется розжиг горелки запальником 7 с искровым элементом пьезоподжига. Тепло, излучаемое нагревательным элементом 1, подводится к расположенному над ней теплообменнику 3, который соединен с заполненными охлаждающей жидкостью входному 4 и выходному 5 патрубкам. К патрубку 6, расположенному в верхней части корпуса 2 устройства, присоединяется гибкий шланг с насадкой для дополнительного подвода подогретого воздуха к элементам подкапотного пространства.

Применение изобретения позволяет существенно улучшить условия труда операторов транспортных средств (преимущественно сельскохозяйственного назначения) с двигателями внутреннего сгорания, так как позволяет значительно сократить время пребывания оператора в условиях низкой температуры окружающего воздуха вследствие облегчения пуска двигателя внутреннего сгорания и сокращения времени на предпусковой разогрев двигателя внутреннего сгорания, снизить пожароопасность и обеспечить мобильность процесса предпускового разогрева.

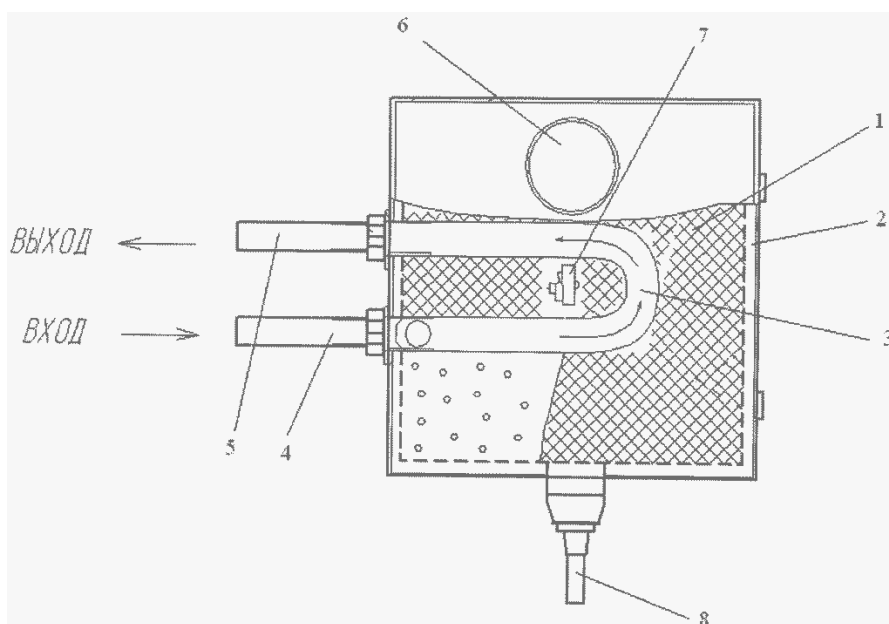
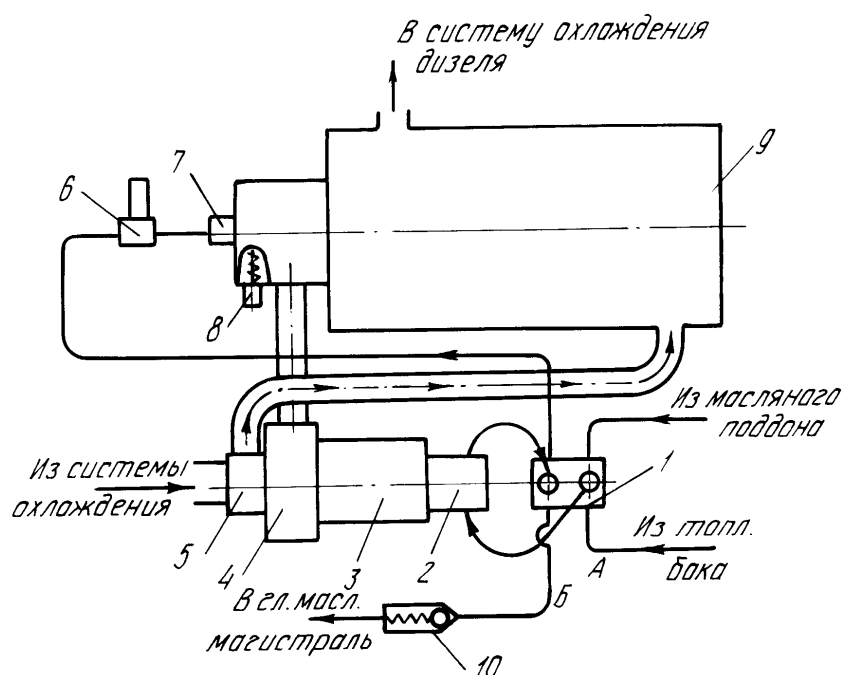


Рисунок 3.9 - Устройство для предпускового разогрева ДВС

3.3.1.2 Устройство для предпусковой подготовки ДВС (патент №2053380)

Устройство (рис. 3.10) содержит котел 9, установленные на нем форсунку 7 и свечу накаливания 8, электромагнитный клапан 6, насосный агрегат, включающий топливный насос 2, воздухонагнетатель 4, водяной насос 5 с приводом от электродвигателя 3, щиток управления работой электродвигателя 3, электромагнитным клапаном 6 и свечой накаливания 8 (условно не показан), жаровую трубу для отвода продуктов сгорания из котла 9 к масляному поддону двигателя для разогрева моторного масла (условно не показана), а также двухпозиционный распределитель 1 с двумя входами и выходами, соединенными соответственно с впускной и нагнетательной полостями топливного насоса 2, причем один из входов распределителя 1 связан с топливным баком, другой с масляным поддоном двигателя, а один из его выходов связан с трубопроводом подачи топлива к форсунке, а другой выход с главной масляной магистралью двигателя. Двухпозиционный распределитель 1 может быть расположен или в корпусе топливного насоса 2, или в отдельном блоке и имеет два положения: в первом положении всасывающая полость топливного насоса 2 соединена с

топливным баком, а нагнетательная с форсункой 7 котла 9, во втором положении распределителя 1 всасывающая полость топливного насоса 2 соединена с масляным поддоном двигателя, а нагнетательная с главной масляной магистралью (условно не показаны). Изменение положения распределителя 1 осуществляется с помощью золотника 11 или вручную, или дистанционно со щитка управления подогревателем.



Фиг. 1

Рисунок 3.10 - Устройство для предпусковой подготовки ДВС

Устройство работает следующим образом. В процессе предпускового разогрева двигателя зимой распределитель 1 находится в положении I-I и при включении электродвигателя 3 топливный насос 2 как обычно подает топливо из бака (условно не показан) через электромагнитный клапан 6 к форсунке 7. Впрыскиваемое топливо воспламеняется от свечи накаливания 8, которая, сгорая, нагревает в котле 9 охлаждающую жидкость, которая поступает в систему охлаждения двигателя (условно не показана) и, отдав тепло двигателю, снова нагнетается водяным насосом 5 в котел 9 для подогрева. Циркулирующая горячая охлаждающая жидкость интенсивно разогревает детали блока и головку блока двигателя, а отработанные газы из

котла 9 по отводящей трубе направляются к масляному поддону и разогревают моторное масло.

После окончания разогрева двигателя и масла в поддоне электромагнитный клапан 6 закрывается и тем самым прекращается подача топлива к форсунке 7, насосный агрегат обычно работает еще в течение 2-3 мин для равномерного охлаждения котла 9 циркуляцией охлаждающей жидкости, создаваемой водяным насосом 5, и продувкой наружного воздуха нагнетателем 4. На этот период распределитель 1 золотником 11 переключается во второе положение II-II, при котором всасывающая полость топливного насоса 2 соединяется с масляным картером (поддоном) двигателя, и разогретое масло подается в главную масляную магистраль, соединенную с нагнетательной полостью насоса 3. С появлением давления масла в системе смазки двигателя (что определяется по штатному манометру) электродвигатель 3 насосного агрегата подогревателя выключается и осуществляется пуск двигателя стартером или пусковым двигателем. Распределитель 1 снова переводится в положение I-I на подачу топлива. При работе двигателя после пуска, когда давление масла в системе смазки создается штатным масляным насосом двигателя, поступление масла из главной масляной магистрали к распределителю 1 и топливному насосу 2 подогревателя предотвращается обратным клапаном 10, установленным в линии между распределителем 1 и магистралью двигателя. Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает предпусковой разогрев двигателя и моторного масла и подачу масла под давлением в сопряжения перед прокручиванием коленчатого вала пусковым устройством при пуске двигателя, что повышает эффективность индивидуального подогревателя и позволяет уменьшить пусковые износы и количество отказов основных деталей двигателя. Положительный эффект достигается также при использовании устройства в летнее время при пуске двигателя (без разогрева) путем включения электродвигателя 3 и втором положении распределителя 1 на предпусковую подачу моторного масла из поддона в

главную масляную магистраль топливным насосом 2 подогревателя. Применение предлагаемого устройства значительно повышает долговечность и безотказность двигателей на пусковых режимах и технико-экономические показатели эксплуатации машин, особенно в зимнее время.

3.3.1.3 Предпусковой подогреватель ДВС (патент №2122138)

Предпусковой подогреватель (рис. 3.11) двигателя внутреннего сгорания содержит камеру сгорания 1 с форсунками 2 и отверстиями для подвода воздуха 3, теплообменник 4 типа "газ-жидкость", камера сгорания 1 снабжена предкамерой 5 с закрытым фронтальным устройством и отверстиями 6 подвода воздуха в первичную зону предкамеры 5. Камера сгорания 1 и предкамера 5 снабжены корпусом 7 с образованием общей воздушной полости 8, внутри которой вокруг предкамеры 5 установлен электронагревательный элемент 9. Патрубок 10 подвода воздуха в полость 8 расположен на корпусе 7 между камерой сгорания 1 и предкамерой 5. Форсунки 2 камеры сгорания 1 расположены на переднем диффузорном участке камеры сгорания 1 и выполнены хордальными и пространственно ориентированы по потоку под углом 45° к оси подогревателя. Кроме того, в выходном сечении предкамеры 5 на входе в камеру сгорания 1 установлен стабилизатор пламени 11. В передней глухой стенке предкамеры 5 установлены топливная форсунка 12 и свеча зажигания 13.

Предпусковой подогреватель содержит электронагреватель топлива (не показан).

Теплообменник 4 расположен за камерой сгорания 1 и имеет двухходовую схему движения охлаждающегося газа (продуктов сгорания) и одноходовую схему движения охладителя (жидкости).

Система подвода воздуха включает вентилятор подачи воздуха (не показан).

Система подачи топлива включает насос подачи топлива с трубопроводами (не показаны).

Система подвода охлаждающей жидкости включает насос прокачки охлаждающей жидкости (не показан).

Насос подачи топлива, вентилятор подвода воздуха и насос прокачки охлаждающей жидкости приводятся в действия электродвигателем и представляют собой единый насосный агрегат.

Работает предпусковой подогреватель двигателя внутреннего сгорания следующим образом.

При запуске двигателя внутреннего сгорания в условиях резко отрицательной температуры окружающей среды и при наличии электрической энергии (например, аккумуляторов) включают насос подачи топлива с электронагревателем топлива, включают электронагревательный элемент 9 и вентилятор подвода воздуха. Сильно охлажденный воздух поступает в патрубок подвода воздуха 10, который расположен на корпусе 7 между камерой сгорания 1 и предкамерой 5 и подается в полость 8, в которой часть воздуха обтекает электронагревательный элемент 9, расположенный вокруг предкамеры 5, а часть непосредственно поступает в камеру сгорания через отверстия 3.

Воздух, обтекающий электронагревательный элемент 9, нагревается и поступает через отверстия 6 в первичную зону предкамеры 5. Одновременно осуществляется прогрев стенок предкамеры 5, что также улучшает работу предпускового подогревателя. Через форсунку 12 в разогретую предкамеру подается топливо и осуществляется запуск свечей зажигания 13.

Процесс горения в предлагаемом предпусковом подогревателе двигателя внутреннего сгорания осуществляется в две стадии - в предкамере 5 (первичная зона циркуляции) и в основной камере сгорания 1 (вторичная зона циркуляции).

Вторичная зона циркуляции, т.е. основная камера сгорания 1, вступает в работу вслед за первичной зоной (предкамерой). Продукты сгорания из предкамеры 5 подаются в основную камеру сгорания 1, куда через форсунки

2 впрыскивается дополнительное топливо, а через отверстия 3 поступает вторичный воздух.

Наличие двух циркуляционных зон (в предкамере 5 и в основной камере сгорания 1) улучшает условия перемешивания и увеличивает время пребывания, что повышает эффективность горения.

В то же время для уменьшения количества образующихся при горении окислов азота NO_x температура в зонах циркуляции может поддерживаться на невысоком уровне.

Форсунки 2 камеры сгорания 1 выполнены хордальными и пространственно ориентированы по потоку под углом 45° к оси подогревателя, что обеспечивает качественное смешение и равномерно заполнение истекающими струями топлива поперечного сечения камеры сгорания 1.

Кроме того, для обеспечения устойчивого горения в камере сгорания 1 на выходе из предкамеры 5 может быть установлен стабилизатор пламени 11.

Высокотемпературные продукты сгорания обтекают теплообменник 4 с поворотом газа на 180° . Охлаждающая жидкость насосом под давлением подается в теплообменник 4, проходит по концентричным полостям, нагревается от стенок теплообменника. Нагретая жидкость циркулирует в системе охлаждения двигателя, обеспечивая предпусковой нагрев двигателя внутреннего сгорания, а также отопление кабины водителя и салона транспортного средства.

Таким образом, предлагаемый предпусковой подогреватель двигателя внутреннего сгорания за счет дополнительного подогрева поступающего в камеру сгорания 1 воздуха и одновременного подогрева предкамеры 5 осуществляет быстрый и надежный запуск как самого подогревателя, так и двигателя внутреннего сгорания автотранспортного средства.

Одновременно организация двухзонного горения способствует повышению эффективности сгорания топлива и снижению содержания в выхлопных газах вредных веществ, в частности NOx.

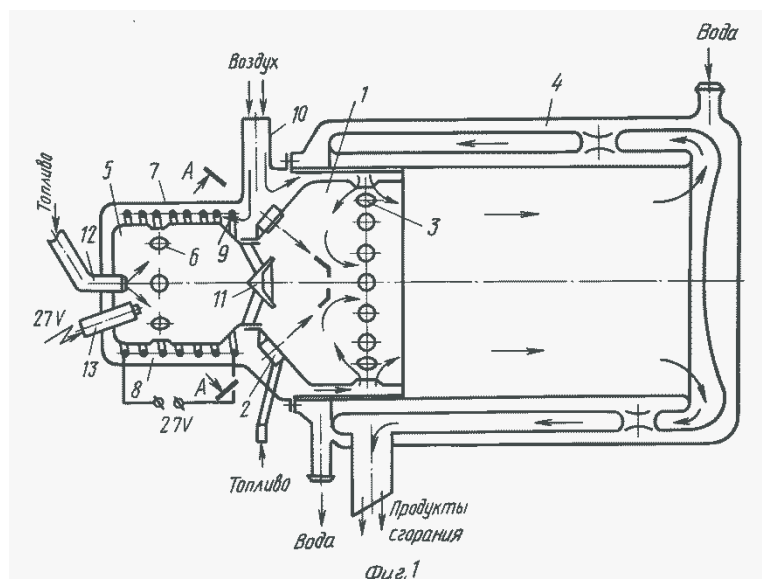


Рисунок 3.11 - Предпусковой подогреватель ДВС

3.3.1.4 Предпусковой подогреватель (патент №2168651)

Предпусковой подогреватель (рис. 3.12) состоит из горелки, включающей в себя цилиндрическую трубу 1, пористый губчатый материал 2, и искровую свечу 3, массовым электродом которой является губчатый материал 2; котла, выполненного из листовой стали и имеющего форму цилиндра 4 со съемной крышкой 5 с отверстиями. На цилиндре 4 имеется два штуцера 6 и гнездо 7 для вкручивания искровой свечи 3 на трубу горелки 1; емкости 8 для жидкого топлива, в нижней части которой размещена поплавковая камера 9 с поплавком 10 и жиклером 11. К поплавковой камере 9 ввернут запорный топливный вентиль 12; баллона 13 с расходным вентилем 14, заправочным вентилем 15 и редуктором 16.

Описанный подогреватель работает следующим образом. При работе подогревателя на жидком топливе питание горелки осуществляется от емкости 9. При открытии топливного вентиля 12 жидкость по топливопроводу подается на губчатый материал 2 и растекается по его поверхности в виде пленки. Подачей на искровую свечу высоковольтного

напряжения между губчатым материалом 2 и изолированным электродом свечи формируется искровой разряд.

В результате разряда обеспечивается распыление топлива, испарение и последующее его воспламенение. Высоконагретые продукты сгорания по трубе 1 устремляются вверх, отдавая тепло стенкам трубы. При этом в нижней части трубы 1 возникает разрежение, которое обеспечивает непрерывное поступление воздуха в зону горения через кольцевой зазор, образованный губчатым материалом и трубой. Продукты сгорания из горелки удаляются в окружающее пространство через отверстия крышки 5. Непрерывная циркуляция охлаждающей жидкости производится через штуцеры 6. Выключение подогревателя осуществляется закрытием топливного вентиля 13.

При работе подогревателя на газовом топливе питание горелки горючим осуществляется от газового баллона 13. После открытия расходного вентиля 14 поступление отрегулированного газа на губчатый материал 2 обеспечивается топливопроводом. Равномерное распределение газообразного топлива по поверхности губчатого материала 2 достигается его пористой структурой. Поджиг газозоудной смеси осуществляется искровой свечой 3. Предпусковой подогреватель отключается закрытием расходного вентиля 14. Заправка баллона газовым топливом производится через заправочный вентиль 15.

Таким образом, режим вибрационного горения, реализованный в предлагаемом устройстве, позволяет улучшить полноту сгорания топлива, уменьшить концентрацию вредных веществ в газовых выбросах, а также ускорить теплоотдачу от высоконагретых газов к стенкам трубы в 2 раза.

Использование в качестве испарительного элемента пористого материала в сочетании с особым видом горения - вибрационным - обеспечивает одинаково надежную и эффективную работу подогревателя как на газовом, так и на жидком топливах.

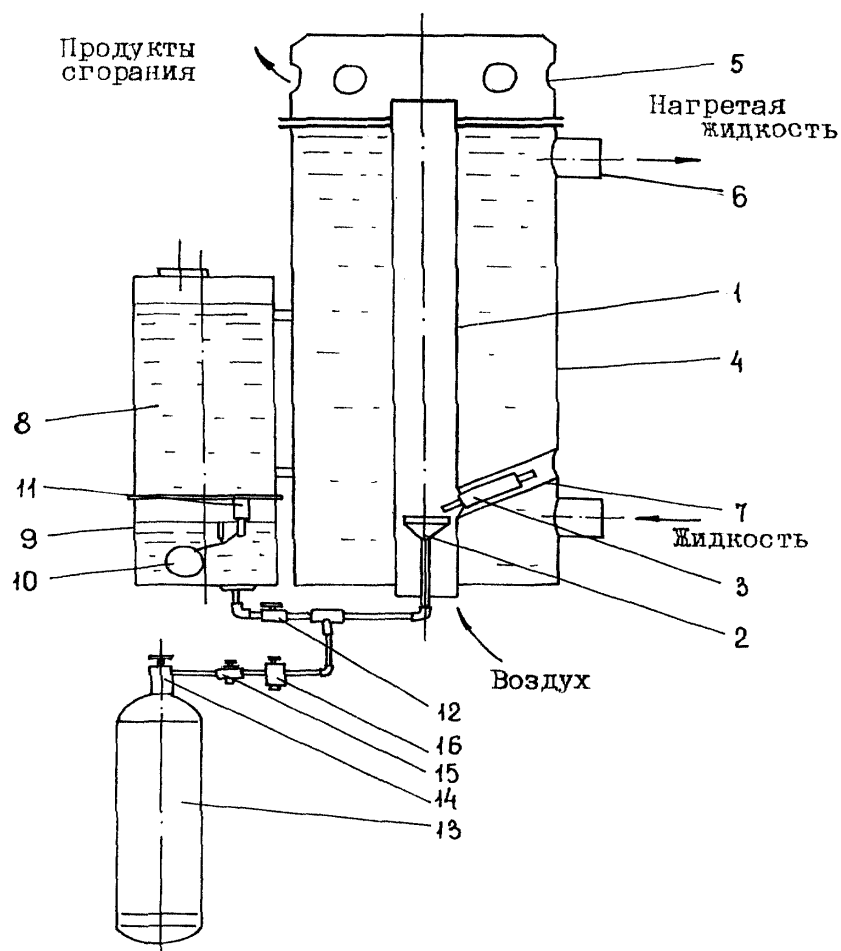


Рисунок 3.12 - Предпусковой подогреватель

3.3.2 Описание разрабатываемой установки

Подогреватель состоит из основных узлов (рис. 3.13): 1 –предпусковой подогреватель; 2 – двигатель Д-240; 3-бензиновая горелка; 4- трубное колено; 5 – шланги; жидкость циркулирует при помощи 6 – водяной помпы; 7- хомут для крепления шлангов; 8- подставка под бензиновую горелку; 9- крепления для предпускового подогревателя на трактор; 10- хомут для крепления поставки к предпусковому подогревателю.

Плюсы данного автономного подогревателя ДВС в том что он мобилен и легко подсоединяется к многим двигателям для их прогрева в холодное время года, то есть не нужно покупать и устанавливать отопители индивидуально для каждой техники.

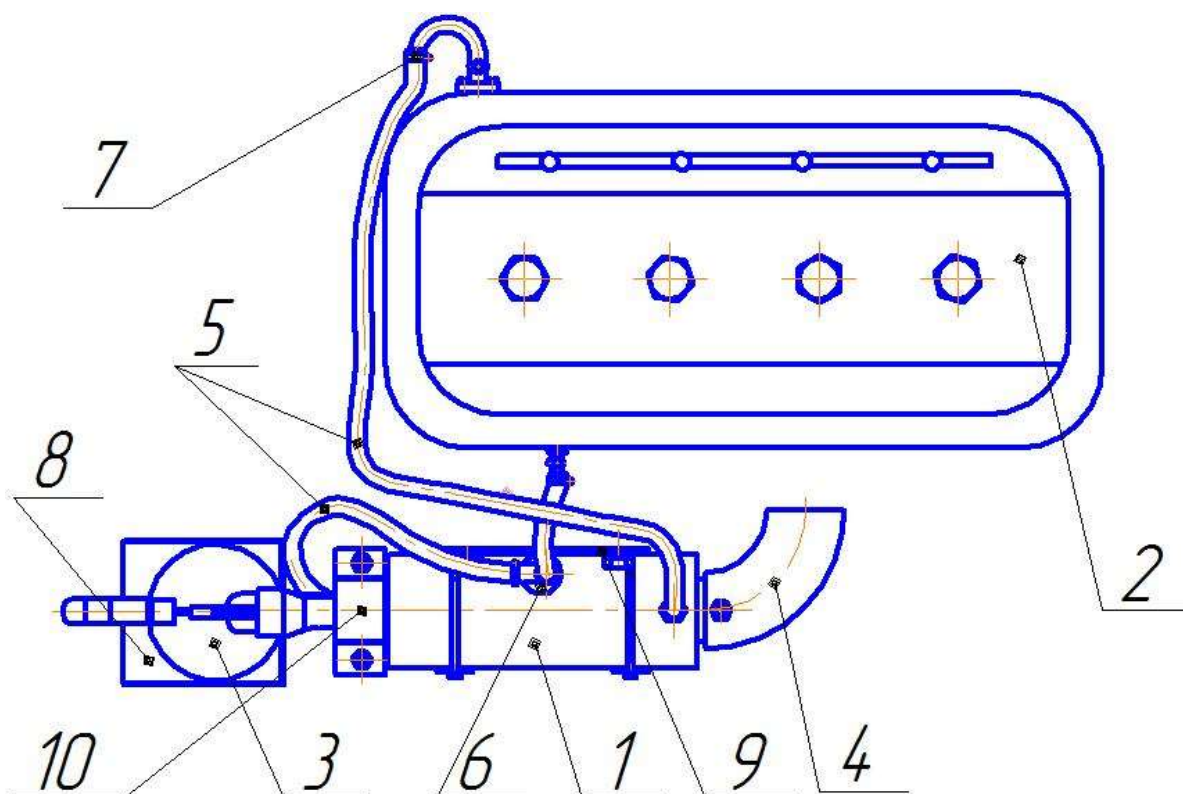


Рисунок 3.13 – Разрабатываемая конструкция предпускового подогревателя

3.3.3 Расчет предпускового подогревателя

Расчетная мощность ЭП определяется тепловым балансом процесса (рис. 3.14) разогрева двигателя, кВт [5, 20]

$$P_{расч} = P_{пол} + P_{пот}, \quad (3.1)$$

где $P_{пол}$ – полезная мощность, кВт;

$P_{пот}$ – сумма потерь мощности в окружающую среду, кВт.

Полезная мощность определяется по формуле, кВт

$$P_{пол} = \frac{mC_p(T_2^o - T_1^o)}{3600t}, \quad (3.2)$$

где m - масса охлаждающей жидкости в системе охлаждения, (на примере трактора МТЗ-80)– 19 кг;

C_p - средняя теплоемкость среды, кДж/кг °К, (для охлаждающей жидкости «Тосол» А-40 - $C_p=4,20$ кДж/кг °К [5]);

T_1^o, T_2^o - начальная и конечная температура охлаждающей жидкости, °К (расчет ведем для условий $T_1^o= -26$ °С и $T_2^o=37$ °С);

t - время нагрева, ч (принимаем максимальное $t=10$ мин).

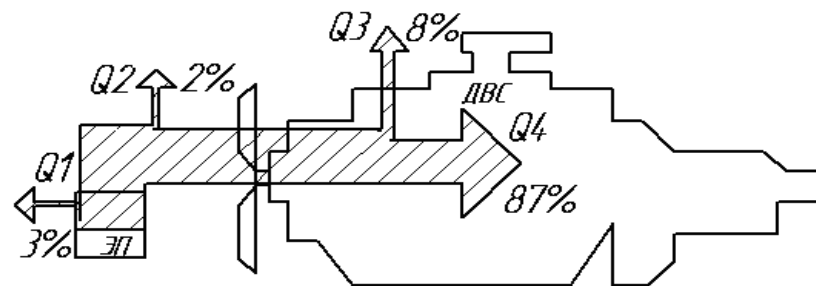


Рисунок 3.14 - Тепловой баланс ЭП:

Q_1, Q_2, Q_3 – потери теплоты от рассеяния в окружающую среду в ЭП, подводящих и отводящих трубопроводах, ДВС; Q_4 – теплота, затраченная на подогрев двигателя.

$$P_{пол} = \frac{19 \cdot 4,20(310 - 247)}{3600 \cdot 20} = 4.4 \text{ кВт}$$

Расчетную мощность определяют по формуле, кВт [5]

$$P_{расч} = \frac{P_{пол}}{\eta_{эп}}, \quad (3.3)$$

где $\eta_{эп}$ - КПД предпускового подогревателя, (см. рисунок 3.6 - $\eta_{эп}=0,87$).

$$P_{расч} = \frac{4.4}{0,87} = 5.05 \text{ кВт}$$

3.3.4 ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЁТ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН

3.3.4.1 Расчет болтов на прочность

Сила затяжки болта, поставленного в отверстие определится как:

$$Q = \frac{3 \cdot M_{кр} \cdot (D_2^2 - D_1^2)}{2 \cdot f \cdot (D_2^3 - D_1^3)}, \quad (3.4)$$

где f – коэффициент трения ($f=0,2$ [3]);

$M_{кр}$ - крутящий момент, Нм.

Поперечная нагрузка, приходящая на один болт:

$$Q = \frac{3 \cdot M_{кр}}{z \cdot D_0 f}, \quad (3.5)$$

где z – число штук болтов.

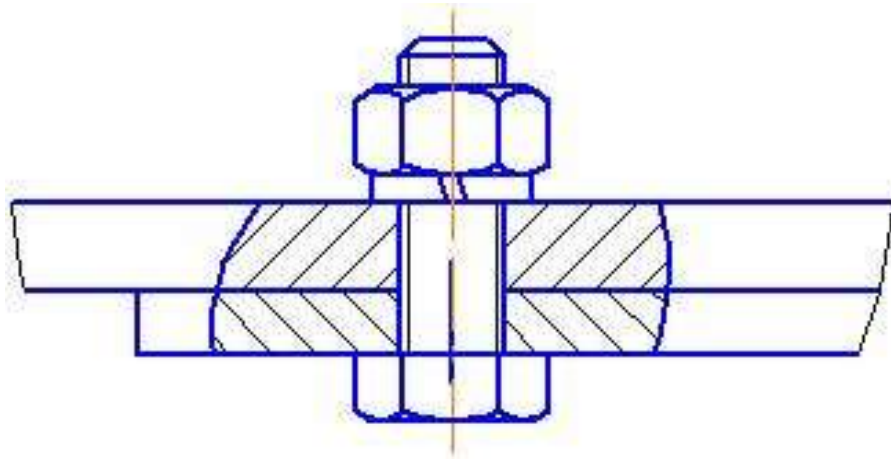


Рисунок 3.15 – Болтовое соединение

$$Q = \frac{3 \cdot 2108,4 \cdot (140^2 - 60^2)}{2 \cdot 0,2 \cdot (140^3 - 60^3)} = 76 \text{ Н};$$

$$Q = \frac{3 \cdot 2108,4}{4 \cdot 0,8} = 1980 \text{ Н}.$$

Расчет на срез. Условие прочности выражается как:

$$\tau = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau]_{ср}, \quad (3.6)$$

где d – диаметр болта, мм;

$[\tau]_{ср}$ - допустимое напряжение среза, ($[\tau]_{ср} = 105$ МПа [3]).

Преобразовав выражение (3.6) получим:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\tau]_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1980}{3,14 \cdot 105}} = 8,9 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартные болты М12

Расчет болтов на смятие. Условие прочности на смятие выражается как:

$$\sigma_{cm} = \frac{Q}{d \cdot h} \leq [\sigma]_{cm}, \quad (3.7)$$

где $[\sigma]_{cm}$ - допустимое напряжение смятия, МПа.

$$\sigma_{cm} = \frac{1980}{12 \cdot 4} = 41,25 \leq [\sigma]_{cm}, \quad (3.8)$$

3.3.4.2 Расчет сварочного шва на прочность

Допустимое напряжение на растяжение, МПа

$$[Q_p] = \frac{Q_m}{S}, \quad (3.9)$$

где Q_m - предел выносливости для стали Ст 3пс, ($Q_m = 250$ МПа);

S - коэффициент запаса прочности, ($S = 1,5$).

$$[Q_p] = \frac{250}{1.5} = 166.7 \text{ МПа}$$

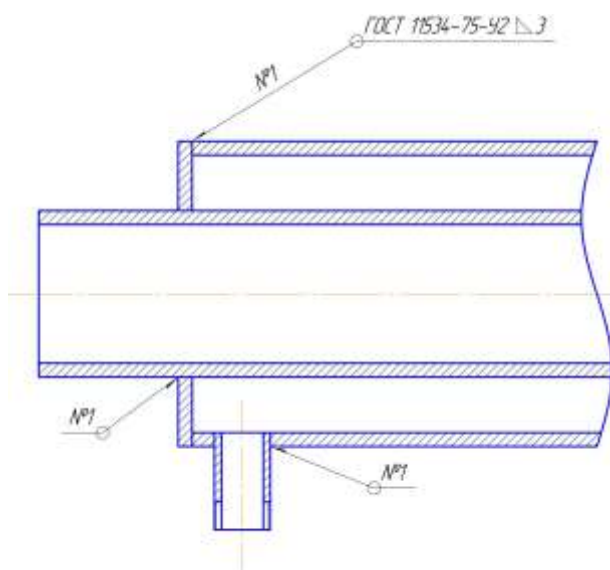


Рисунок 3.15 – Теплообменник

Прочность шва на растяжение, МПа,

$$Q_p' = \frac{F}{\delta(2l_i + b)} \leq [Q_p], \quad (3.10)$$

где F - сила действующая на шов, ($F = 800$ Н);

δ - толщина сварочного шва, ($\delta = 5$ мм);

l_i - длина шва.

$$l_i = \frac{b}{\cos \alpha}, \quad (3.11)$$

где b - ширина шва, ($b = 50$ мм).

$$l_i = \frac{40}{0.7} = 57 \text{ мм}$$

Прочность шва на срез, МПа

$$\tau = \frac{F}{0.7\delta(2l_i + b)} \leq [\tau_c'], \quad (3.12)$$

где K - катет шва, ($K = 5$ мм);

$[\tau_c']$ - допустимое напряжение на срез шва, МПа.

$$[\tau_c'] = 0.6 [Q_p] \quad (3.13)$$

$$[\tau_c'] = 0.6 \cdot 166.7 = 100 \text{ МПа}$$

Швы выдержат нагрузку. При данном виде сварки механические свойства наплавленного металла электродов при комнатной температуре.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1 Результаты экспериментов

По результатам экспериментальных исследований построены графики разогрева охлаждающей жидкости двигателя предпусковым подогревателем.

1) принудительная подача жидкости ($s=10$ л/мин)

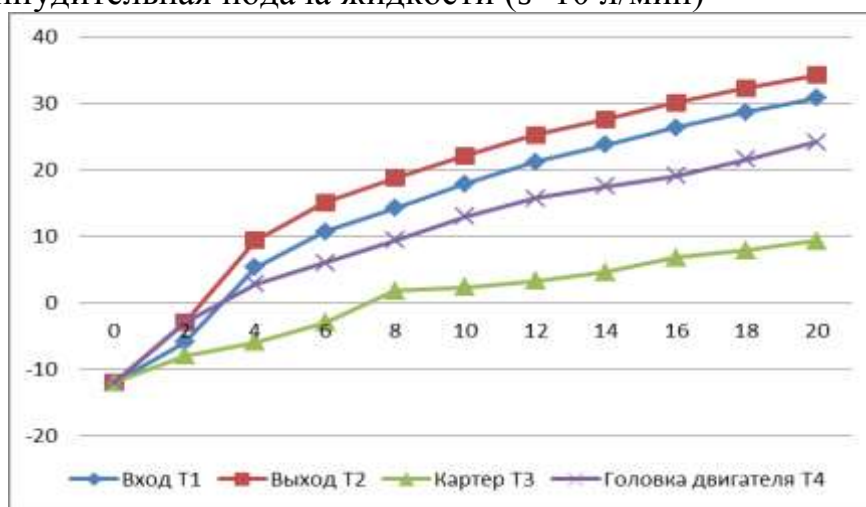


Рисунок 4.1 - График разогрева двигателя д-240 с использованием предпускового подогревателя ($t=-12^{\circ}\text{C}$)

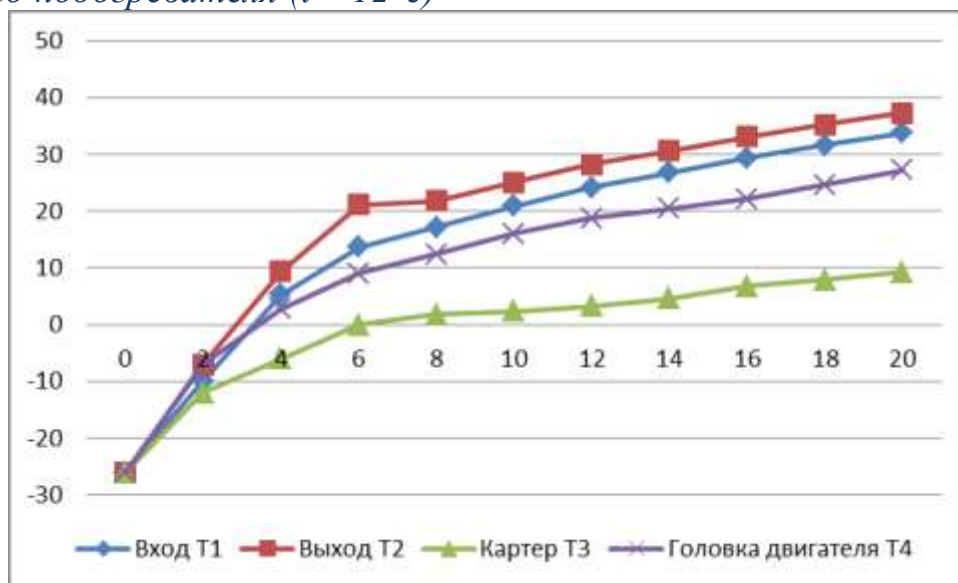


Рисунок 4.2 - График разогрева двигателя д-240 с использованием предпускового подогревателя ($t=-26^{\circ}\text{C}$)

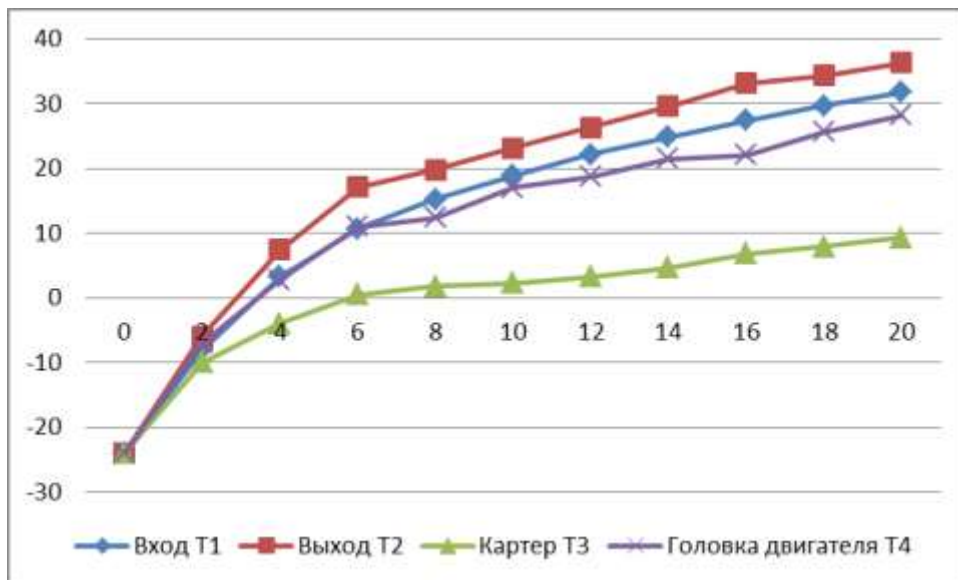


Рисунок 4.3 – График разогрева двигателя д-240 с использованием предпускового подогревателя ($t=-24\text{ }^{\circ}\text{C}$)

2) термосифонная циркуляция жидкости ($s=0,5\text{ л/мин}$)

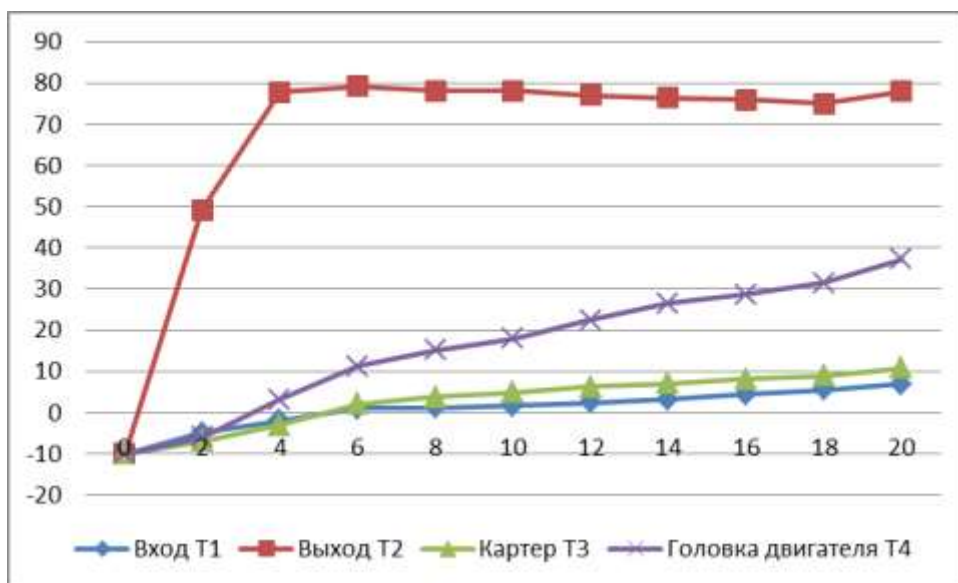


Рисунок 4.4 - График разогрева двигателя д-240 с использованием предпускового подогревателя ($t=-10\text{ }^{\circ}\text{C}$)

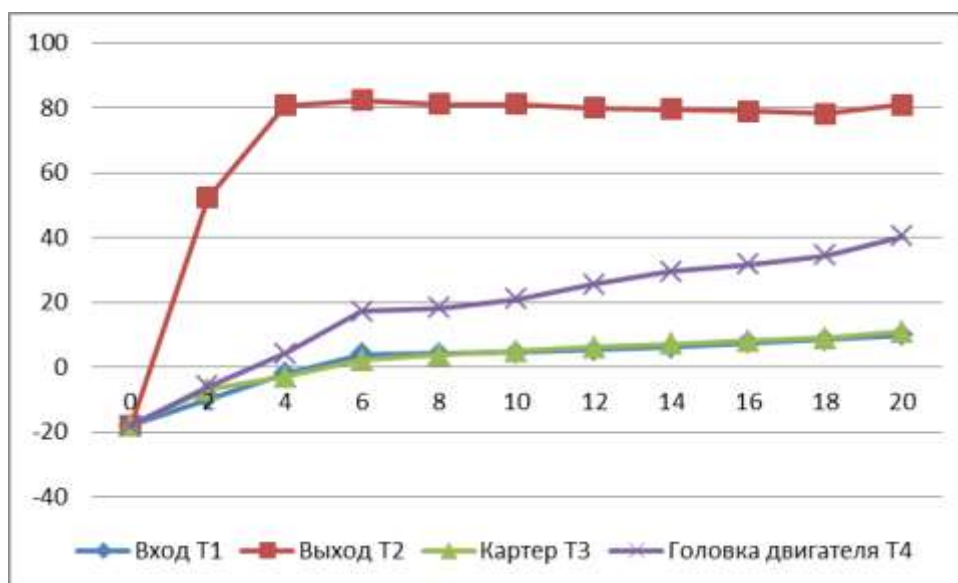


Рисунок 4.5 - График разогрева двигателя д-240 с использованием предпускового подогревателя ($t = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$)

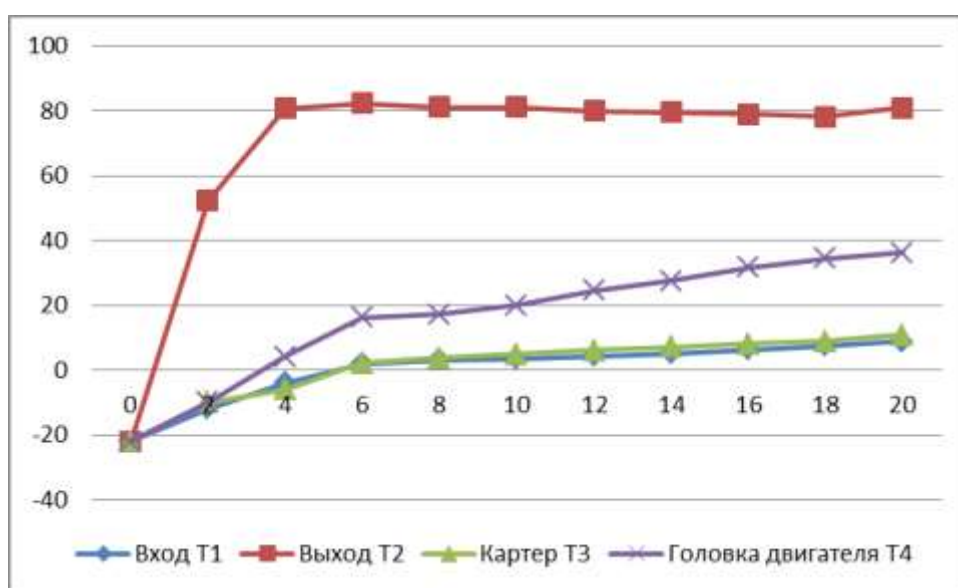


Рисунок 4.6 - График разогрева двигателя д-240 с использованием предпускового подогревателя ($t = -22\text{ }^{\circ}\text{C}$)

4.2 Технические характеристики предлагаемого предпускового подогревателя

1. Время подогрева двигателя д-240 (мин)..... 10-20
2. Температура эксплуатации ($^{\circ}\text{C}$).....до -40
4. Наружный диаметр предпускового подогревателя (мм)..... 110
4. Длина (мм).....400

5. Масса предпускового подогревателя (кг).....10
6. Объём охлаждающей жидкости в предпусковом подогревателе (л).....1.5

4.3 Выводы

По результатам испытаний были сделаны выводы об эффективности работы разработанной конструкции предпускового подогревателя:

1. Предложенное автономное предпусковое устройство позволяет обеспечить эффективный разогрев охлаждающей жидкости и моторного масла двигателя до необходимых положительных температур, тем самым обеспечивая уверенный пуск дизельного двигателя в условиях отрицательных температур.

2. Принудительная циркуляция охлаждающей жидкости в системе, при разогреве предпусковым подогревателем, не сказывается на эффективных показателях разогрева головки блока цилиндров, по сравнению с термосифонной циркуляцией. Средний темп нагрева жидкости в головке двигателя в сравнении с предложенными вариантами составил в среднем $1,5 - 2,0$ °C/мин

4. Скорость разогрева моторного масла в картере двигателя выхлопными газами бензиновой горелки составила $1,0$ °C/мин, что говорит о форсированных темпах предпускового разогрева технических жидкостей двигателя.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Экономическое обоснование проектных решений является составной частью дипломного проекта, позволяющей сделать окончательные выводы о его технико-экономической целесообразности и эффективности. Проектное решение признается полезным, если его использование в условиях данного предприятия позволяет получить положительный экономический эффект.

В данной части ВКР определим экономическую эффективность предпускового подогревателя.

Расчет экономической эффективности произведен на основе затрат на изготовление конструкции, в которой учитываются все затраты на покупные материалы и изделия, а также затраты труда на изготовление конструкции.

При расчете экономической эффективности проведем сравнение затрат при базовом варианте и в дальнейшем опираясь на полученные данные, путем сравнения, получим результат, который говорит нам о эффективности или не эффективности предложенного предпускового подогревателя.

Целью данной части ВКР является рациональное обоснование целесообразности и эффективности предлагаемого инженерного решения.

5.1 Экономический расчет конструкторской разработки

Затраты на изготовление предпускового подогревателя зависят от места ведения работ и определяются по формуле:

$$C_k = Z_{np} + Z_{\kappa} \quad (5.1)$$

где C_k - стоимость конструкторской разработки, руб.;

$Z_{пр}$ - прямые затраты на изготовление конструкции, руб.;

Z_k - косвенные расходы, руб.

Прямые затраты определяем по формуле:

$$Z_{пр} = C_{ни} + C_m + Z_{общ} + O_{сн}, \quad (5.2)$$

где $C_{ни}$ - стоимость покупных изделий, узлов, агрегатов, руб.;

C_m - стоимость используемых материалов, руб.;

$Z_{общ}$ — заработная плата рабочих, занятых на изготовлении, сборке, монтажных работах разрабатываемой конструкции, руб.;

$O_{сн}$ - отчисления на социальные нужды, руб.

Для изготовления предпускового подогревателя необходимо приобрести некоторые материалы. Данные по всем покупным изделиям сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Стоимость используемых материалов

№ п/п	Наименование изделия	Ед. измен	Коли- чество	Цена за единицу	Стои- мость
1	Труба железная ф 60мм	м	0.4	1200	480
2	Труба железная ф 110мм	м	0.3	1300	390
3	Колено трубное железное ф 75мм	шт	1	80	80
4	Хомут	шт	7	20	140
5	Труба железная с резьбой ф 20мм	шт	2	30	60
6	Шайба	шт	2	60	120
7	болт	шт	7	10	70
8	гайка	шт	7	10	70
9	Железный лист S 5мм	м ²	0.5	500	250
10	Железный лист S 3мм	м ²	0.5	300	150
11	Штуцер	шт	2	50	100
12	Шланги ф 16мм	м	3	80	240
13	Насос водяной	шт	1	1000	1000
14	Лампа паяльная	шт	1	600	600
Итого					3750

Общую заработную плату с учетом районного коэффициента определяем по формуле:

$$Z_{\text{общ}} = (Z_m + Z_d + Z_n) \cdot (1 + K_p / 100), \quad (5.3)$$

где Z_m - основная тарифная заработная плата, руб.;

Z_d - компенсационные доплаты, руб.;

Z_n - стимулирующие выплаты – надбавки, руб.;

K_p - районный коэффициент.

Основную тарифную заработную плату Z_m определяем по формуле:

$$Z_m = T \cdot C_{\text{ч}}, \quad (5.4)$$

где T - средняя трудоемкость отдельных видов работ, чел.-ч.;

$C_{\text{ч}}$ - часовая тарифная ставка, руб./ч.

Данные, полученные из расчетов по основной тарифной заработной плате, сведены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 — Расчет трудоемкости на изготовление конструкции

№ п/п	Наименование работ	Трудоемкость, Т, чел-ч.	Разряд работ	Часовая тарифная ставка, $C_{\text{ч}}$,	Стоимость работ, $Z_{\text{т}}$, руб.
1	2	3	4	5	6
1	Токарные	1	6	112	112
2	Слесарные	2	6	75	150
ИТОГО , $Z_{\text{осн.}}$					262

Компенсационные доплаты могут достигать 80% от Z_t или основной тарифной ставки:

- за условия труда, отличающиеся от нормальных — 12%;
- за работу в вечернее и ночное время — 4%;
- за совмещение профессий - 6%;
- за расширение зон обслуживания или увеличение объема работ - 7%;
- за интенсивность труда - 12%;
- за продукцию (в сельскохозяйственном производстве) — 20%
- за ненормированный рабочий день — 8%;
- за период освоения новых норм трудовых затрат — 9%.

Принимаем компенсационные доплаты 60% от Z_m , в таком случае Z_o составит:

$$Z_o = 0,6 \cdot 262 = 157,2 \text{ руб.}$$

Стимулирующие выплаты — надбавки не должны превышать 60% от Z_m . Рекомендуется применять следующие надбавки:

- за высокое профессиональное мастерство — 3%;
- за классность — 30%;
- за высокие достижения в труде — 15%;
- персональные надбавки — до 12%.

Принимаем стимулирующие выплаты 45% от Z_m , тогда Z_n составит:

$$Z_n = 0,45 \cdot 262 = 117,9 \text{ руб.}$$

Районный коэффициент K_p (составляет 30 %).

Тогда общая заработная плата составит:

$$З_{общ} = (262 + 157,2 + 117,9) \cdot (1 + 30/100) = 698,23 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды или во внебюджетные фонды определим по формуле:

$$O_{сн} = (K_{сн} + H_{нс}) \cdot З_{общ} / 100, \quad (5.5)$$

где $K_{сн}$ – Социальные взносы 30 %;

$H_{нс}$ - страхование от несчастных случаев, для машинно-тракторного парка начисляется в размере 1,8%.

Тогда отчисления на социальные нужды составят:

$$O_{сн} = (30 + 1,8) 698,23 / 100 = 222,04 \text{ руб.}$$

Исходя из сделанных расчетов по формуле (5.2) определим прямые эксплуатационные затраты:

$$З_{пр} = 3750 + 698,23 + 222,04 = 4670,27 \text{ руб.}$$

Косвенные расходы определяем по формуле:

$$З_{к} = P_{он} + P_{ох}, \quad (5.6)$$

где $P_{он}$ - общепроизводственные расходы, руб.;

$P_{ох}$ - общехозяйственные расходы, руб.

Общепроизводственные расходы $P_{оп}$ определяются в пределах (20-50) % от $Z_{пр}$.

Общепроизводственные расходы складываются из:

- затрат по организации производства;
- затрат на обслуживание и содержание, а также ремонт основных средств;
- амортизационных отчислений;
- затрат на мероприятия по охране труда и технику безопасности;
- износа малоценных и быстроизнашивающихся предметов для общепроизводственных целей;
- расходов на транспортное обслуживание работ;
- затрат на оплату труда с отчислениями на социальные нужды работников аппарата управления в подразделениях и др.

Принимаем общепроизводственные расходы 30% от $Z_{пр}$, тогда $P_{оп}$ составит:

$$P_{оп} = 0,3 \cdot 4670,27 = 1401,08 \text{ руб.}$$

Общехозяйственные расходы $P_{ох}$ составляют 10 % от $Z_{пр}$. К общехозяйственным расходам относятся затраты, связанные с управлением и обслуживанием производства в целом по предприятию:

- расходы на оплату труда административно-управленческого аппарата с отчислениями на социальные нужды;
- конторские, типографические, почтово-телеграфные расходы;
- расходы на противопожарные мероприятия, охрану труда и технику безопасности (устройство ограждений, сигналов, вентиляции и т. д.);
- расходы на оплату отпусков молодых специалистов;

- расходы на содержание легкового автотранспорта;
- налоги и сборы и др.

Принимаем общехозяйственные расходы 10% от Z_{np} , тогда P_{on} составит:

$$P_{ox} = 0,1 \cdot 4670,27 = 467,02 \text{ руб.}$$

Определим косвенные расходы по формуле (6.6):

$$Z_k = 1401,08 + 467,02 = 1868,1 \text{ руб.}$$

Из сделанных расчетов определим затраты на изготовление предпускового подогревателя по формуле (5.1):

$$C_k = 4670,27 + 1868,1 = 6538,37 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Стоимость конструкторской разработки

№ п/п	Наименование затрат	Обозна- чение	Ед. измер.	Стоимость
1	2	3	4	5
1	Затраты на покупные изделия	$C_{пи}$	руб	1670
2	Стоимость материалов	C_m	руб	2080
3	Заработная плата рабочим	$Z_{общ}$	руб	698,23
4	Отчисления на социальные нужды	$O_{сн}$	руб	222,04
5	Общепроизводственные расходы	$P_{он}$	руб	1401,08
6	Общехозяйственные расходы	$P_{ох}$	руб	467,02
Итого стоимость конструкции		C_k	руб	6538,37

5.2 Определение экономической эффективности от изготовления и применения предпускового подогревателя

В данном случае экономическую эффективность рациональнее будет рассчитать путем проведения сравнительного анализа себестоимости эксплуатационных затрат по базовому варианту. Так как при эксплуатации данного предпускового подогревателя увеличивается сменное время, сокращается время на прогревы, простои, уменьшается износ двигателя, а следовательно сокращаются затраты на ТР и КР.

Расход топлива при простоях определяется по формуле.

$$G_{\text{б}} = T_{\text{п}} \cdot n_{\text{а}} \cdot S_{\text{нэ}} \cdot H_{\text{с}} q_{0,01}, \quad (5.7)$$

где $T_{\text{п}}$ - время простоя трактора, ($T_{\text{п}} = 0,5$ ч);

$n_{\text{а}}$ - число простаивающих тракторов ($n_{\text{а}} = 1$ шт);

$S_{\text{нэ}}$ - нормативный эквивалентная работа трактора на каждый час прогрева, ($S_{\text{нэ}} = 0,5$ м/ч.);

$H_{\text{с}}$ - базовая норма расхода дизеля на 1 м/ч, ($H_{\text{с}} = 12$ л/ч);

$$G_{\text{б}} = (0,5 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 0,5) = 3 \text{ л.}$$

Расход топлива при простоях за год определяется по формуле.

$$G_{\text{б}} = G_{\text{б}} \cdot T_{\text{с}}$$

где $G_{\text{б}}$ - расход топлива при простоях за смену,

$T_{\text{с}}$ - количество смен.

$$G_{\text{б}} = 3 \cdot 75 = 225 \text{ л}$$

Расчет затрат на ГСМ :

$$C_{\text{д}} = G_{\text{б}} \cdot Ц_{\text{д}}$$

где $Ц_{\text{д}}$ – Стоимость одного литра дизельного топлива (34 руб/л.)

$$C_{\text{д}} = 225 \cdot 34 = 8670 \text{ руб.}$$

Затраты материальных средств, предназначенных на ремонт от увеличения наработки трактора.

$$З_{мс} = L_r \cdot P_{\text{э}} \quad (5.8)$$

где L_r – дополнительная наработка трактора за год, ($L_r = 500$ м/ч);

$P_{\text{э}}$ - расход материальных средств на 1 ч наработки трактора (по данным аграрных предприятий $P_{\text{э}}=1$ руб).

$$З_{мс} = 500 \cdot 1 = 500 \text{ руб.}$$

Годовая экономия на прогревах составляет :

$$\text{Э}_г = З_{мс} + C_{\text{д}}$$

$$\text{Э}_г = 500 + 8670 = 9170 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости изобретения составит :

$$Q_{ок} = C_k / \text{Э}_г,$$

$$Q_{ок} = 6538,37 / 9170 = 0,7 \text{ лет.}$$

Таблица 5.4 – Экономическая эффективность конструктивной разработки

Показатели	значения
Затраты на изготовление конструкции, всего, руб.	6538,37
в т.ч. затраты на покупные изделия, руб.	3750
заработная плата рабочим, руб.	698,23
Годовая экономия, всего, руб.	9170
экономия ГСМ, руб.	8670
за счет увеличения наработки трактора, руб.	500
Срок окупаемости вложений, лет.	0,7

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1 Требования техники безопасности к монтажу, демонтажу проектируемого устройства

- Монтаж, демонтаж системы должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.002-75;

- В процессе монтажа, демонтажа и эксплуатации установки прогрева должны быть предусмотрены средства и мероприятия защиты обслуживающего персонала от возможного действия опасных и вредных факторов по ГОСТ 12.2.003-91;

- Монтаж, демонтаж системы следует проводить с соблюдением требований пожарной безопасности и электробезопасности по ГОСТ 12.1.019-79;

- Производить подтягивание болтов, гаек и других соединений на находящемся под давлением гидроприводе (гидросистеме) и во время их работы не допускается;

- Перед демонтажом установки следует полностью снять давление в гидроприводе (гидросистеме), отключить энергоисточники и принять меры, исключающие возможность случайного их включения;

Основные требования безопасности к испытаниям:

- перед началом работы установки следует:

- а) установить органы управления в исходные позиции, обеспечивающие работу практически на холостом ходу;

- б) проверить уровень жидкости в радиаторе и отсутствие внешних утечек;

- в) по возможности установить упоры, ограничивающие допустимые перемещения рабочих органов;

- г) наблюдать за самопроизвольным движением при первом пуске.

- отключение гидропривода (гидросистемы) должно быть проведено в следующих случаях при:

- а) разрушении или возгорании одного из устройств гидропривода (гидросистемы) или системы;
- б) возрастании давления выше допустимого;
- в) появлении наружных утечек, кроме особо оговоренных в документации;
- г) появлении повышенных и подозрительных шумов, стука и вибраций.

Последующее включение установки или системы стенда разрешается только после определения причин неисправности и ее устранения.

Запрещается:

- подтягивание болтов, гаек и других соединений на находящемся под давлением гидроприводе;
- дальнейшее ведение работ при обнаружении критичной неисправности или негерметичности гидропривода;

6.2 Оценка безопасности и разработка мероприятий по безопасной эксплуатации установки

При работе данного устройства необходимо придерживаться ряд правил по технике безопасности.

- к установке допускаются лица, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности;
- запрещается включать установку в случае нарушения изоляции гидравлических трубок высокого давления;
- при работе установки, не производить ни какие регулировочные или ремонтные работы;
- запрещается оставлять стенд в работающем состоянии без присмотра.

При монтажно-демонтажных операциях необходимо пользоваться только специальным исправным инструментом.

Перед включением устройства необходимо убедиться в надежности защиты электрокоммуникаций.

Перед началом эксплуатации агрегата внимательно ознакомьтесь с настоящей инструкцией, обращая особое внимание на безопасность труда.

Предупреждающие знаки установлены на оборудовании в местах, где необходима особая осторожность при ремонте и эксплуатации агрегата во избежание его повреждения или несчастных случаев.

Все операции по загрузке (разгрузке) агрегата следует проводить только при выключенном состоянии

Персонал, занятый на эксплуатации и вспомогательном обслуживании агрегата должен проходить обязательный предварительный медосмотр при приеме на работу и обязательный периодический медосмотр в соответствии с действующим санитарным законодательством Российской Федерации.

В случае получения травмы надо немедленно обратиться к врачу.

В случае повреждения предупреждающих знаков необходимо в кратчайший срок заменить их новыми.

6.3 Экологическая безопасность

6.3.1 Общие сведения

В зависимости от числа холодных пусков в течение года каждый, применив подогрев, может уменьшить долю вредных выбросов на 60–80 %. Последние исследования показали, что зимой после запуска холодного двигателя 90 % всех вредных выбросов СО и СН происходит именно во время первых километров движения. При запуске предварительно прогретого двигателя содержание вредных газов в выхлопе значительно уменьшается (в 5 раз), поэтому использование

подогревателя мотора в холодное время года имеет огромный экологический эффект.

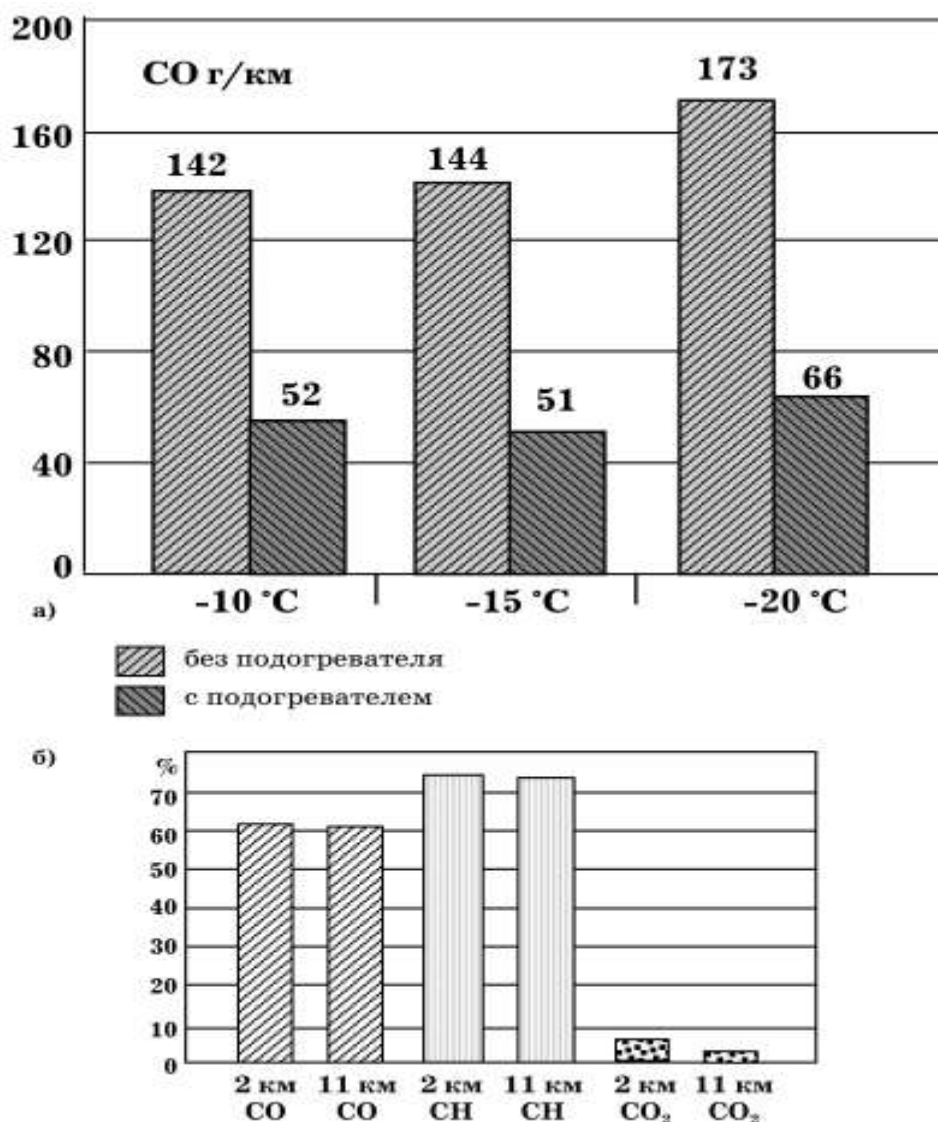


Рисунок 6.1 - Выбросы в выхлопе автомобиля

а) уровень CO при пуске холодного и прогретого двигателя подогревателем; б) относительное уменьшение выбросов прогретого двигателя при температуре -20 °C.

6.3.2 Нормы выбросов

До введения Евро I выбросы автомобиля, согласно Правилу R83, не должны были превышать 25 г/км (без учета пуска). Если принять, что среднестатистический автомобиль в год пробегает 10 000 км, то за год их величина не должна превысить 250 кг. Выбросы автомобиля, по Евро I,

уже не должны превышать 3,7 г/км (без учета выбросов при пуске). При пробеге в 10 000 км их объем составит 37 кг на один автомобиль. Норвежская автомобильная ассоциация считает, что для автомашин, по Евро I и Евро II, объем выбросов при одиночном пуске эквивалентен 100 км пробега, т. е. составляет 100–300 г. Если же допустить, что в течение года производится 500 холодных пусков (по 2 в день), то годовой средний выброс одного автомобиля с учетом пусковой эмиссии составит 69 кг.

6.3.3 Перспективы снижения выбросов

С 1998 г. начали действовать в Европе нормы Евро II с дополнениями. Автомобили, выпущенные согласно Евро II, должны иметь выброс, меньший 2,7 г/км, а Евро III – 2,5 г/км.

Таблица 6.1 - Нормы токсичности выбросов автомобилей

Вредные вещества	Стандарты ЕЭК ООН			
	R83-02A	Евро I	Евро II	Евро III
Введены в Европе		1995	1996	2000
Введены в России		1999	2002	
Оксид углерода (CO), г/км	20	2,72	2,2	2,3 15*
Оксид углеводорода (CH) + оксиды азота (NO), г/км	5	0,97	0,5	0,35
Суммарный выброс, г/км	25	3,7	2,7	2,5 15*

* Для пускового режима при -7 °С

Евро III частично регламентирует величину выбросов при пуске двигателя. Правда, величина выбросов регламентирована для пуска двигателя при температуре -7 °С, что, конечно, не соответствует средней зимней температуре в России. Ну а по сравнению с суммарной нормой в

прогретом двигателе в 2,5 г/км норма на пусковые выбросы больше их в 6 раз и составляет 15 г/км.

На основании этих данных можно подсчитать средний годовой объем выбросов при условии пробега в 10 000 км и 500 холодных пусков с эквивалентным пробегом 4 км. Как видно из таблиц, применяя предпусковой подогрев для автомашин с катализатором, можно добиться снижения годовых выбросов до величины 13,7 кг, т. е. в пять раз. Но таких «хороших» машин в сегодняшней России всего 22 %, поэтому для среднестатистического российского автомобиля уменьшение суммарного выброса будет всего в 1,7 раза, что тоже существенно. Применение предпускового подогрева позволяет среднестатистическому автомобилю иметь выбросы намного меньшие, чем это допускают нормы Евро III.

Таблица 6.2 - Годовой выброс легкового автомобиля

Вредные вещества	Стандарты ЕЭК ООН				НАС*	Россия**
	R83-02A	Евро I	Евро II	Евро III		
Выброс при 500 холодных пусках, кг	100 - 200	50	50	30	50	118
Выброс при пробеге 10000 км, кг	200	37	27	225	13,7	164
Суммарный выброс за год, кг	300 - 400	87	77	55	69	274

* Данные Норвежской автомобильной ассоциации, для автомобиля с катализатором по нормам Евро I и II;

** Выбросы для среднего российского автомобиля.

Таблица 6.3 - Снижение годовых выбросов при предпусковом подогреве двигателя автомобиля с катализатором по нормам Евро I и II

Уровень выбросов	Без предпускового подогрева	С предпусковым подогревом
Оксид углерода (CO), кг	63	12,6
Оксид углеводорода (CH) + оксиды азота (NO), кг	6	1,25
Суммарный выброс, кг	69	13,8

Применение предпускового подогревателя позволяет существенно снизить выбросы в атмосферу так как основная масса выбросов приходится на первые пол часа работы дизеля, т.е. на время прогрева.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ВКР представлена разработка для предпусковой подготовки ДВС в условиях отрицательных температур.

В конструкторской разработке представлен предпусковой подогреватель для предпусковой подготовки ДВС, позволяющий сократить время прогрева ДВС, за счет чего сокращается количество вредных выбросов в атмосферу, а так же сокращается расход топлива.

Определены технические параметры разрабатываемой конструкции, проведен расчет конструктивных элементов предпускового подогревателя. Изготовлена предлагаемая конструкция предпускового подогревателя, и проведены натурные испытания, по определению основных показателей эффективности работы предложенной установки. На основе проведенных экспериментов сформулированы основные выводы и предложены рекомендации по использованию предпускового подогревателя.

В экономической части работы дана экономическая эффективность предпускового подогревателя. Разработанное изобретение, при сравнительно небольших капиталовложениях, позволят экономить топливо и время на предпусковых прогревах тракторных двигателей в условиях отрицательных температур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

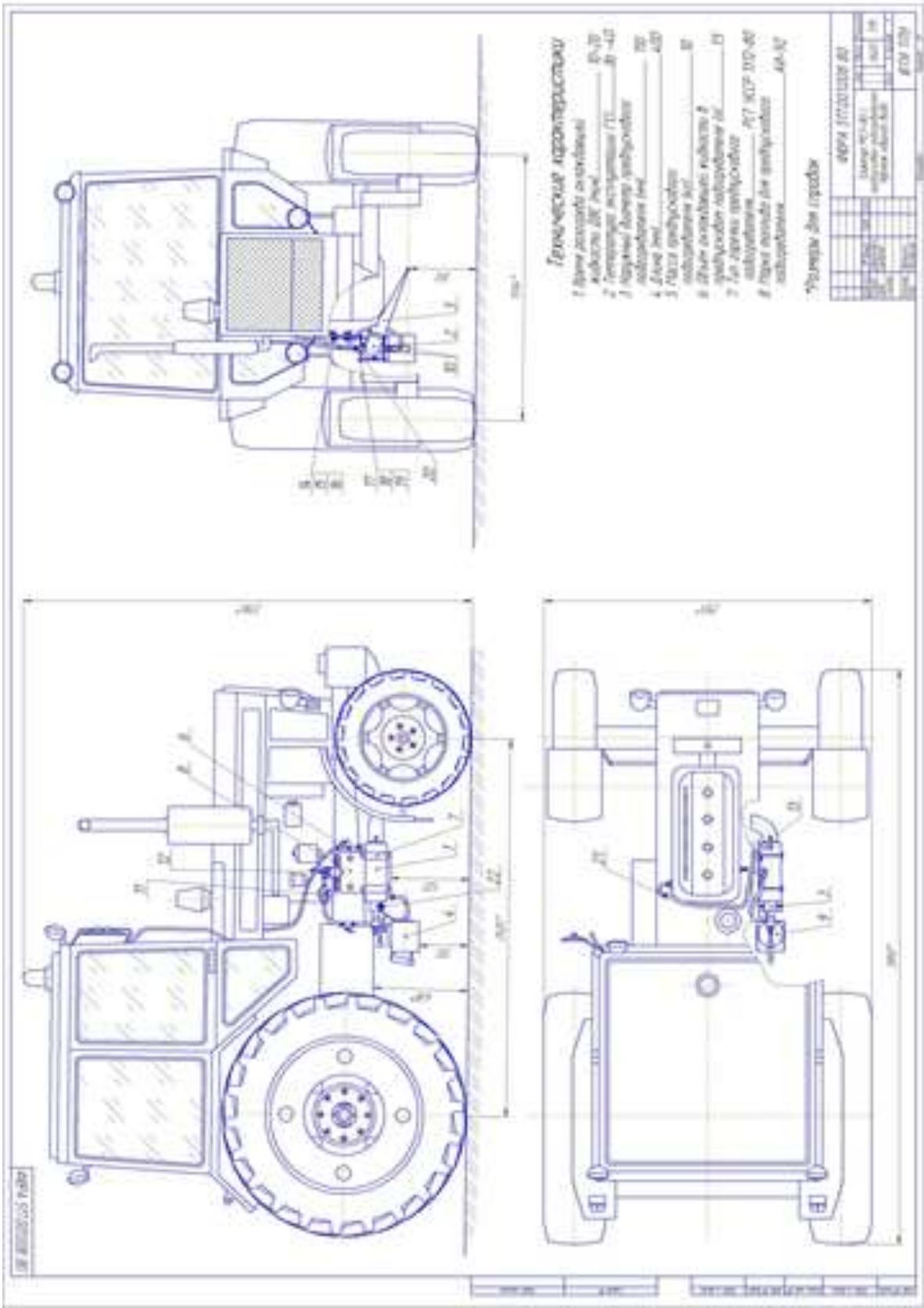
1. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя : В 3-х т. Т1,2,3. – 6-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992.
2. Арустанов Э.А. Безопасность жизнедеятельности . – М.: ИД «Дашко и К^о». – 2004. – 492 с.
3. Александров А.В. Сопротивление материалов / А.В. Александров, В.Д. Потапов. - М.: Высшая школа, 2000. - 500с.
4. Безопасность жизнедеятельности . Учебник / под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2004. – 492с.
5. Белоусов И.С. Пуск тракторных дизелей в условиях Западной Сибири : Учеб. пособие / И.С. Белоусов, Г.М. Крохта - Новосиб. гос. аграр. ун-т.- Новосибирск, 2000.- 145 с.
6. Беляков Г.И. Охрана труда . - М: Агропромиздат, 1990. – 320 с.
7. Бережнов Н.Г. Оценка природных факторов и их воздействие на технику / Н.Г. Бережнов – Кемерово : Кузбассвуиздат, 1996. – 140 с.
8. Гарин В.М. Экология: Учебное пособие для технических вузов / В.М. Гарин, А.С. Клепова. - Ростов - Н/Д, "Феникс", 2001.-385 с.
9. Голомидов А.М. Эксплуатационные свойства автомобилей . – М.: Машиностроение. – 1998. – 324 с.
10. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П.Ф. Дунаев, О.П. Лепиков и др. - М.: Высшая школа, 2000. - 447 с.
11. Кох П.И. Климат и надёжность машин / П.И. Кох - М.: Машиностроение, 1981.-175 с.
12. Крапивин О.М. Охрана труда / О.М. Крапивин, Власов В.И. – М.: Норма, 2003. - 336 с.
13. Макевнин С.Г. Инструктивные указания к дипломному проектированию по разделу «Охрана природы» / С.Г. Макевнин, А.А. Вакулин. – Волгоград.: Природа, 1977. – 236 с.
14. Проничев Н.Т. Справочник механизатора . - М.: Изд. центр "Академия",

2003.-272с.

15. Сигаев Е.А. Сопротивление материалов: Учебное пособие для студентов специальности «Механизация сел. хоз-ва» . Ч.1. – Кемерово: Кузбассвуиздат. – 2002. – 228 с.
16. Справочник инженера - механика сельскохозяйственного производства . - М.: ИНФОРМАГРОТЕХ, 1995. 675 с.
17. Степановских А.С. Охрана окружающей среды : Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ – ДАНА. – 2001. - 559 с.
18. Тургиев А. К. Охрана труда в сельском хозяйстве / А. К. Тургиев, А. В. Луковников. - Москва: АCADEMIA. – 2003.
19. Хабатов Р.Ш. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Р.Ш. Хабатов, М.М.Фирсов, В.Д.Игнатов и др.; Под общ. ред. д.т.н., профессора Р.Ш. Хабатова. - М.: "ИНФРА-М", 1999.-208 с.

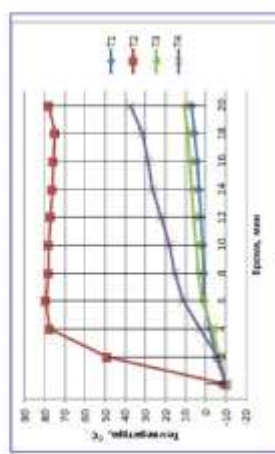
ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А



		Формат	Зона	Вид	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. проект								
						<u>Документация</u>		
	A1				ФЮРА 517.001.005 В0	Вид общий	1	
						<u>Сборочные единицы</u>		
Стрелб. №								
	A2	1			ФЮРА 517.002.006 СБ	Кожухотрубный котел	1	
	A3	2			ФЮРА 517.003.007 СБ	Трубяное колено	1	
	A4	3			ФЮРА 517.004.008 СБ	Хомут	1	
	A3	4			ФЮРА 517.005.009 СБ	Подставка	1	
	A3	5			ФЮРА 517.006.010 СБ	Диффузор	1	
	A4	6			ФЮРА 517.007.011 СБ	Датчик температурный	2	
						<u>Детали</u>		
Подп. и дата								
	A4	7			ФЮРА 517.001.012	Крепление	2	
	A4	8			ФЮРА 517.001.013	Пластина крепления	1	
Изд. № докум.								
						<u>Стандартные изделия</u>		
		9				Лампа паяльная РСТ СССР 1312-80	1	
		10				Рукав напорно-всасывающий ДУ 20 ГОСТ- 5398-76	3	3 метра
Взам. инд. №								
		11				Водяной счетчик	1	
		12				Водяной насос	1	
Подп. и дата								
		13				Болт М10х30 ГОСТ 7805-70	3	
		14				Болт М12 х 30 ГОСТ 7805-70	2	
Изд. № подл.								
						ФЮРА 517.001.005		
						Вид общий		
						Лист	Лист	Листов
						из	1	2
						ЮТИ ТПУ, зр. 3-10402		

[illegible]



Рисунк 1 – Динаміка процесів окислювальної жидкості біодистилату і масла
фосфорне біодистилату при температурі окислювальної середі 140°C

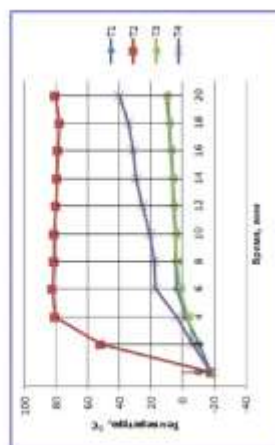
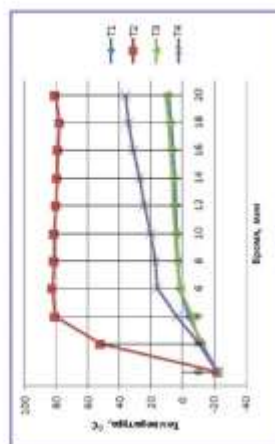
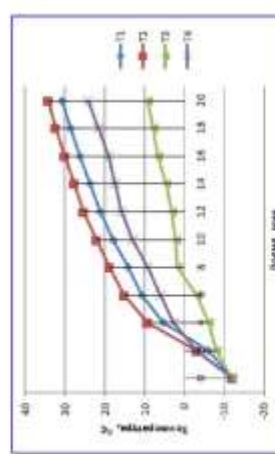


Рисунок 2 – Динаміка прогріву і оплодотворення яйцеклітини в умовах вільного оплодотворення при температурі експерименту серед 20°C



Рисунк 3 – Динаміка прогара олії внаслідок живності *Phaeobacter* і *Microbacterium* при температурі середовища 22°C

Рисунок 1 – Термосифонная циркуляция жидкости ($S=0,5$ л/мин)

[illegible]

Рисунки 4 – 6 – Данные прибора совмещенной калориметрии и метода калориметрии при нагревании образцов в среде воды 120°С.

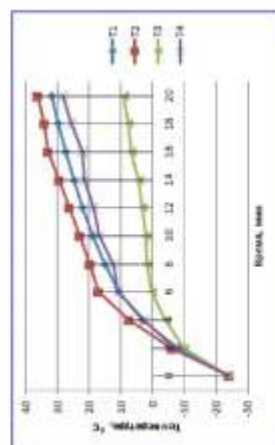


Рисунок 5 – Динамика профиля опавшей хвоиности восточного тиса в хитре восточного тиса при температуре окружающей среды минус 24 °С

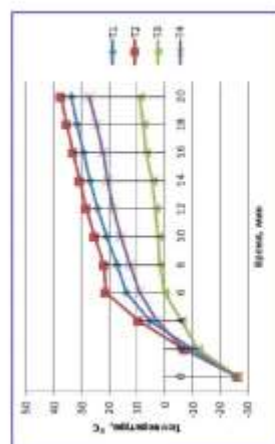


Рисунок 6 – Динамика продаж автомобильных двигателей в период с 2007 по 2012 гг.

Рисунок 2 – Принудительная подача жидкости ($S=10$ л/мин)

[illegible]