

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация «Автомобили и тракторы»

Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «специалист»

Тема: Проектирование трактора тягового класса 1,4 с разработкой системы смазки

Шифр ВКР.23.05.01.646.СС.20.00.00.00.ПЗ

Студент

С266-124


подпись

Катков Д. Е.

Ф.И.О.

Руководитель

доцент

участок заглав


подпись

Симинский С. А.

Ф.И.О.

Обеужден на заседании кафедры и допущен к защите

(Протокол № 7 от 06.02 2020 г.)

Зав. кафедрой

д.т.н., профессор

участок заглав


подпись

Хафизов К. А.

Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Каткова Д. Е., выполнившего выпускную квалификационную работу на тему: “ Проектирование трактора тягового класса 1,4 с разработкой системы смазки.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки с приложениями на 89 листах машинописного текста. Включает в себя 11 таблиц, 17 рисунков. Библиографический список состоит из 13 источников. Графическая часть ВКР выполнена на 9 листах формата А1.

Первая часть ВКР - тяговый расчет трактора

Во второй рассматривается эскизная компоновка трактора.

В третьей части приведена конструкторская разработка устройства для предпусковой прокачки масла в двигателе.

В четвертой части приведена технология изготовления детали

В пятой части разработаны мероприятия по технике безопасности и физической культуре на производстве

В шестой части разработаны мероприятия по экологии

В седьмой части приведено экономическое обоснование проектируемых мероприятий

Пояснительная записка завершается выводами и списком литературы.

ANNOTATION

On the final qualifying work of Katkov D. E., who completed the final qualifying work on the topic: "Design of a tractor of the traction class 1.4 with the development of a lubrication system.

The final qualifying work consists of an explanatory note with appendices on 89 sheets of typewritten text. Includes 11 tables, 17 figures. The bibliographic list consists of 14 sources. The graphic part of the WRC is made on 9 sheets of A1 format.

The first part of the WRC-tractor traction calculation

In the second section, a sketch layout of the tractor is considered.

The third part shows the design development of a device for pre-starting oil pumping in the engine.

The fourth part shows the manufacturing technology of the part

In the fifth part, measures have been developed for safety and physical culture in the workplace

In the sixth part, environmental measures were developed

The seventh part provides an economic justification for the planned activities

The explanatory note concludes with conclusions and a list of references.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ ТРАКТОРА	9
1.1 Классификация тракторов по тяговому классу.....	9
1.2 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя трактора	10
1.3 Расчет потенциальной характеристики трактора	12
2 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ТРАКТОРА.....	15
2.1 Предпосылки модернизации системы смазки двигателя трактора МТЗ-82.....	15
2.2. Эскизная компоновка трактора.....	15
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАСЛЯННОГО ТЕПЛООБМЕННИКА.	17
3.1 Конструктивный обзор и схем теплообменников	17
3.1.1 Водно-водяные охладители.....	19
3.1.2 Воздухо-водяные охладители	20
3.1.3 Масляные охладители.....	21
3.2 Расчет теплообменника	46
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ.....	49
4.1 Служебное назначение и конструкция детали.	49
4.2 Определение типа производства.....	50
4.3 Анализ технологичности конструкции детали	51
4.4 Выбор заготовки и метода ее изготовления	51

4.5 Выбор технологических баз и схем базирования	52
4.6 Выбор методов обработки.....	54
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	64
5.1 Безопасность жизнедеятельности на производстве.....	64
5.2 Безопасность в конструкции теплообменника ДВС.....	65
5.3 Инструкция и техника безопасности при стендовых испытаниях	66
5.4 Инструкция по охране труда при эксплуатации трактора	67
5.5 Расчет заземления при испытании теплообменника	72
5.6 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях	73
6. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	75
6.1 Анализ влияния агропромышленного комплекса республики Татарстан на состояние окружающей среды.....	75
6.2 Предлагаемые мероприятия по защите окружающей среды.....	76
7. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТЫ	79
7.1 Экономическое обоснование технологии применения конструкции	79
ВЫВОДЫ	87
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	88
Приложения	90

ВВЕДЕНИЕ

При работе современных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) необходимо постоянно отводить от них теплоту в окружающую среду. Часть теплоты отводится вместе с выхлопными газами, и этот процесс обусловлен вторым законом термодинамики - для получения полезной работы в тепловых двигателях обязателен как подвод теплоты, так и её отвод.

Теплообменные аппараты ДВС достаточно разнообразны по своей конструкции, по назначению, по видам теплоносителей, по особенности влияния на работу двигателя, по особенностям компоновки в системе охлаждения и на двигателе и по ряду других параметров. Соответственно на современных двигателях могут одновременно применяться от 3 до 6 и даже более существенно различных по всем своим особенностям теплообменников, которые должны работать согласованно в одной системе и обеспечивать нормальную работу двигателя для всех возможных режимов и условий эксплуатации.

1 ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ ТРАКТОРА

1.1 Классификация тракторов по тяговому классу

На территории стран СНГ трактора классифицируют по системе, которая основывается на тяговых характеристиках техники. Сегодня мы познакомимся с таким понятием, как тяговый класс тракторов. Поэтому тяговый класс трактора измеряется в строго нормированных условиях. В случае сельскохозяйственных машин классификация выполняется по усилию, развиваемому в таких условиях: Тип грунта – стерня колосовых культур. Влажность грунта – 20-30% Твердость грунта – нормальная. Буксование: 16% – для колесных 4х2; 14% – для колесных 4х4; 3% – для гусеничных аппаратов.

На сегодняшний день выделяют 17 классов тяги, охватывающих всю технику, начиная с мелких мотоблоков и заканчивая тракторами рекордной мощности. Актуальные модели машин для сельского хозяйства находятся в первых восьми классах. Еще три класса отведены для мотоблоков и мини-тракторов. За последние годы появились также мощные сельскохозяйственные аппараты 7 класса. А ранее в данный класс входили только промышленные трактора. Поможет лучше понять, что собой представляет тяговый класс тракторов, таблица, расположенная ниже. Классификация по группам Сельскохозяйственные тракторы, в зависимости от назначения, делятся на шесть групп: Мини-тракторы. Сюда относятся представители 0,2-0,4 классов. Техника предназначена для работы на небольших участках и подразумевает использование дополнительного навесного или прицепного оборудования. Подходит также для транспортных работ. Универсальные тракторы. Это машины с 0,6 по 2 класс. Техника предназначена для общехозяйственных работ, возделывания, обработки и уборки пропашных культур. Универсально-пропашные. По классу, это такие же трактора, как и в прошлой группе. Однако предназначены они для первичной обработки почвы (пахота, боронование, культивация), посевных, уборочных работ, возделывания культур и решения транспортных задач. Трактора общего назначения.

В эту группу входят классы с 3 по 7. Машины предназначены для осуществления энергоемких операций: пахоты, культивации, снегозадержания, лущения стерни, мелиоративных работ и транспортных операций. Такие трактора применяются, как правило, на полях с большой площадью. Специализированные трактора. Это могут быть машины разных классов, главной задачей которых является обработка определенной культуры. Бывают овощеводческими, свекловодческими, хлопководческими и другими. Самоходные шасси. Эта группа включает в себя трактора малых классов, с рамой для платформы, расположенной в передней части. Наиболее известный из них – Т-16.

Класс 1,4 (рис.3.1) считается наиболее массовым в аграрном секторе, строительстве, сфере ЖКХ, и многих других отраслях. Поэтому это едва ли не самый широкий тяговый класс. Тракторов МТЗ и «Беларусов», среди отечественных представителей, в нем больше всего. К данному классу относятся такие ветераны как: МТЗ-50/52, МТЗ-80/82, «Беларус-80/82», все модификации ЮМЗ-6, ЛТЗ-95Б, ЛТЗ-60АВ и многие другие. Из более современных можно выделить модели 900 серии «Беларуса». Что касается зарубежных вариантов, то наибольшей популярностью пользуются американские модели: John Deere JD6020/JD5020, AGCO MF3600/ MF3400. На рынке также есть «немцы» фирмы Deutz-Fahr, «китайцы»: Dong Feng, Xingtai и другие.

1.2 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя трактора

Исходные данные выбираем по прототипам:

Выбираем:

$$n_{\min}=600 \text{ об/мин},$$

$$n_{\max}=2150 \text{ об/мин},$$

$$n_{\text{ном}}=2000 \text{ об/мин},$$

$$N_{e_{\text{ном}}}=60 \text{ кВт},$$

$$g_{e_{\text{ном}}}=235 \text{ г/кВт*ч}.$$

Построение внешней скоростной характеристики двигателя проводится по формулам:

Разбиваем скоростной диапазон работы двигателя на 8 участков.

Вычисляем данные при частоте вращения коленчатого вала $n_i = 600$ об/мин.

Мощность:

$$N_{ei} = N_e \times \frac{n_i}{n} \times \left[1 + \frac{n_i}{n} - \left(\frac{n_i}{n} \right)^2 \right] = 60 \times \frac{600}{2000} \times \left[1 + \frac{600}{2000} - \left(\frac{600}{2000} \right)^2 \right] = 21,8 \text{ кВт}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр i} = 3 \times 10^4 \times \frac{N_{ei}}{\pi \times n_i} = 3 \times 10^4 \times \frac{9,1}{3,14 \times 600} = 144,5 \text{ Н} \times \text{м}$$

Удельный расход топлива:

$$g_{ei} = g_e \times \left[1,2 - 1,2 \times \frac{n_i}{n} + \left(\frac{n_i}{n} \right)^2 \right] = 235 \times \left[1,2 - 1,2 \times \frac{600}{2000} + \left(\frac{600}{2000} \right)^2 \right] = 218,6 \text{ г/кВт} \times \text{ч}$$

Часовой расход топлива:

$$G_{\text{ч} i} = \frac{g_{ei} \times N_{ei}}{1000} = \frac{218,6 \times 21,8}{1000} = 4,8 \text{ кг/ч}$$

Данные для остальных частот вращения коленчатого вала приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

n, об/мин	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
N _е , кВт	21,8	29,8	37,5	44,6	50,8	55,7	58,9	60,0
M _{кр} , Н*м	346,8	355,4	358,3	355,4	346,8	332,5	312,4	286,6
g _е , г/кВт*ч	218,6	206,8	199,8	197,4	199,8	206,8	218,6	235,0
G _{час} , кг/ч	4,8	6,2	7,5	8,8	10,2	11,5	12,9	14,1

Коэффициент неравномерности крутящего момента:

$$K_M = (M_{кр. \max} - M_{кр. \min}) / M_{кр. \text{ср}} = (149,3 - 119,3) / 140,3 = 0,21$$

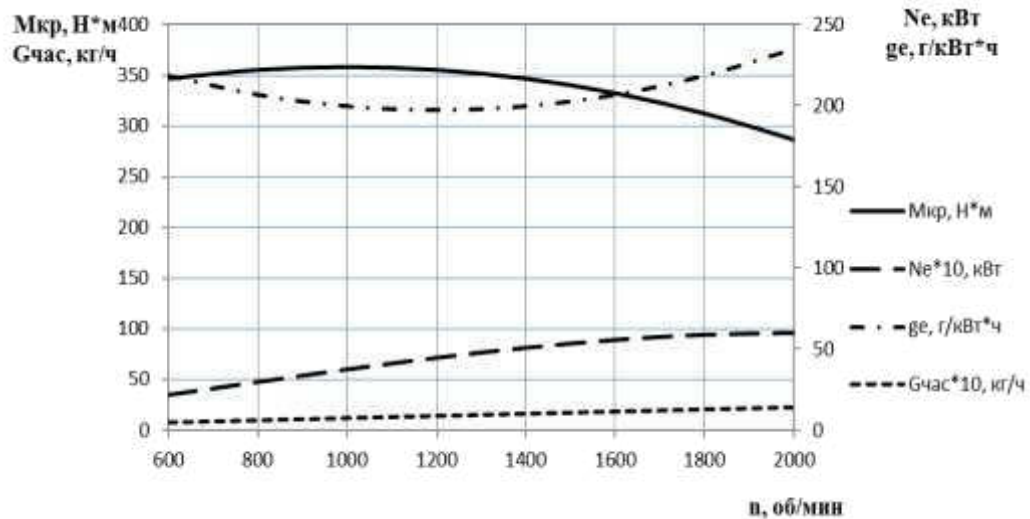


Рисунок 1.1- Внешняя скоростная характеристика двигателя

1.3 Расчет потенциальной характеристики трактора

Потенциальная тяговая характеристика рассчитывается и строится для будущего трактора при работе в типичных (нормальных) условиях, такими условиями для сельскохозяйственного трактора является: агрофон – стерня зерновых культур, поверхность поля равна ($\alpha = 0$), почва – средний суглинок, удельное сопротивление почвы - 0,05...0,06 МПа, влажность – нормальная, т. е. 16...18%. Для таких условий подбирается из справочников φ и f .

Предварительно должно быть определено: m_{Σ} , $N_{e\text{ном}}$, тип трактора и его класс и колесная схема, к. п. д. трансмиссии.

Теоретическая скорость:

$$v_m = \frac{1000 * N_{e\text{ном}} * \eta_{TP}}{P_{кр} + f * m_{\Sigma} * 9,81} = \frac{1000 * 60 * 0,9}{6000 + 0,09 * 2400 * 9,81} = 2,77 \text{ м/с}$$

где, $\eta_{TP} = 0,9$ - к.п.д. трансмиссии; $P_{кр} = 6000$ Н - тяговое усилие на крюке трактора; $f = 0,09$ - коэффициент сопротивления качению; $m_{\Sigma} = 2400$ кг - эксплуатационная масса трактора.

Величина буксования трактора:

$$\delta = a * p + b * p^c = 0,13 * 0,64 + 0,013 * 0,64^8 = 0,08$$

где, $a = 0,13$, $b = 0,013$, $c = 8$ - постоянные коэффициенты.

$$p = \frac{P_{кр}}{\varphi * \lambda_k * m_9 * 9,81} = \frac{6000}{0,8 * 0,7 * 2400 * 9,81} = 0,64$$

где, $\varphi = 0,8$ - коэффициент сцепления; $\lambda_k = 0,7$ - коэффициент распределения веса на ведущее колесо.

Потеря мощности на буксование:

$$N_{\delta} = \frac{P_{кр} * g_m * \delta}{1000} = \frac{6000 * 2,77 * 0,08}{1000} = 1,38 \text{ кВт}$$

Потеря мощности на качение:

$$\begin{aligned} N_f &= \frac{f * m_9 * 9,81 * g_m (1 - \delta)}{1000} = \\ &= \frac{0,09 * 2400 * 9,81 * 2,77 * (1 - 0,08)}{1000} = 14 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Мощность на крюке:

$$N_{кр} = \frac{P_{кр} * g_m * (1 - \delta)}{1000} = \frac{6000 * 2,77 * (1 - 0,08)}{1000} = 15,2 \text{ кВт}$$

Величина тягового к. п. д.:

$$\eta_{тяг.усл} = \frac{N_{кр}}{N_{е ном}} = \frac{15,2}{25} = 0,61$$

Вычисленные значения приведены в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Потенциальная тяговая характеристика трактора

$P_{кр}$, кН	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	20000
g_T , м/с	6	4,69	4,00	3,48	3,08	2,77	2,51	2,30	2,12	1,96
P	0,043	0,086	0,128	0,171	0,214	0,257	0,300	0,343	0,385	0,428
δ	0,006	0,011	0,017	0,022	0,028	0,033	0,039	0,045	0,050	0,056
N_{δ} , кВт	0,063	0,209	0,401	0,621	0,859	1,110	1,370	1,637	1,910	2,187
N_f , кВт	42,400	42,162	41,925	41,688	41,450	41,213	40,975	40,738	40,500	40,262
$N_{\delta 2}$, кВт	11,300	18,566	23,591	27,242	29,990	32,113	33,785	35,121	36,201	37,079
$\eta_{тяг. усл}$	0,188	0,309	0,393	0,454	0,500	0,535	0,563	0,585	0,603	0,618

Потенциальная тяговая характеристика приведена на рисунке 1.2.

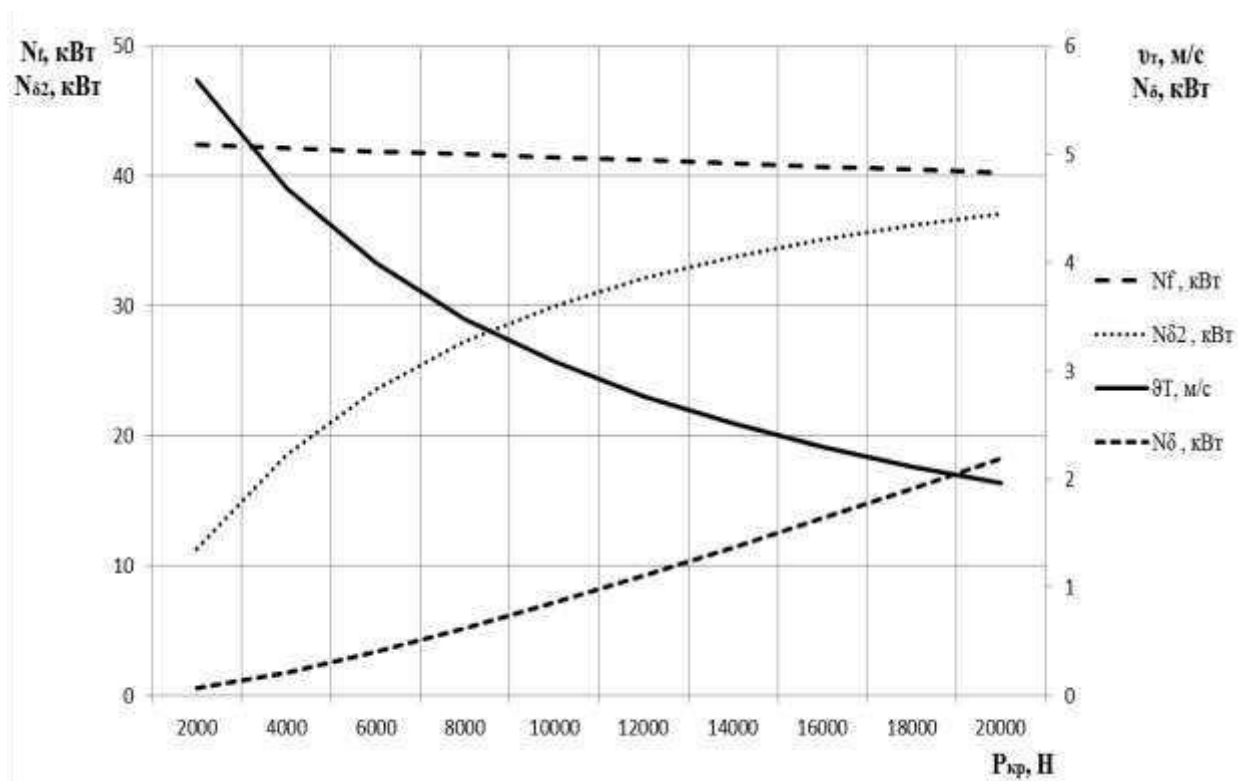


Рисунок 1.2 – Потенциальная тяговая характеристика трактора

2 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ТРАКТОРА

2.1 Предпосылки модернизации системы смазки двигателя трактора МТЗ-82.

С учетом проведенного анализа конструкций систем смазки двигателей и их эксплуатации можно сделать следующие выводы:

исправная система смазки двигателя увеличивает его ресурс;

наиболее интенсивный износ деталей в двигателе происходит в момент запуска, так как в узлах трения отсутствует масляная пленка, а также в случае нарушения теплового баланса масла (перегрева).

Из этого можно сделать выводы, что в конструкцию двигателя необходимо установить модернизированную систему охлаждения масла в двигателе.

Данные разновидности устройств иногда применяются на мощных двигателях, но не находят применение на двигателях средней мощности.

2.2. Эскизная компоновка трактора

За основу проектируемого трактора был взят уже существующий трактор МТЗ-82, который представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Трактор МТЗ-82

Трактор МТЗ-82 сельскохозяйственный, универсально-пропашной,

тяглового класса 14 кН. За счет огромного выбора навесного оборудования трактор способен выполнять самые разнообразные сельскохозяйственные работы, начиная от подготовки почвы для посева и заканчивая реализацией транспортных задач. Базовая комплектация трактора включает в себя все необходимое для обеспечения безопасного и комфортного труда оператора. А техническое оснащение трактора способствует продуктивной его работе в любой местности.

ВОМ отвечает всем требованиям и подходит для работы с различным дополнительным оборудованием, существующем на рынке.

Под капотом трактора расположен надежный и экономичный двигатель Д-243. Двигатель в тракторе не является несущей конструкцией, в результате он не подвергается напряжению на скручивание и изгиб.

Конструкторы позаботились и о комфорте и безопасности водителя. Кабина трактора имеет широкий угол обзора и обладает расширенным внутренним пространством. Также для обеспечения более удобного доступа в кабину на тракторе установлены широко открывающиеся двери. Бак для топлива размещен сзади от платформы оператора.

Эскизная компоновка трактора используется для определения основных геометрических и весовых характеристик проектируемого трактора и сопровождается соответствующими расчетами основных геометрических и весовых параметров агрегатов.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАСЛЯННОГО ТЕПЛООБМЕННИКА.

3.1 Конструктивный обзор и схем теплообменников

Теплообменные аппараты ДВС достаточно разнообразны по своей конструкции, по назначению, по видам теплоносителей, по особенности влияния на работу двигателя, по особенностям компоновки в системе охлаждения и на двигателе и по ряду других параметров. Соответственно на современных двигателях могут одновременно применяться от 3 до 6 и даже более существенно различных по всем своим особенностям теплообменников, которые должны работать согласованно в одной системе и обеспечивать нормальную работу двигателя для всех возможных режимов и условий эксплуатации.

Существует множество теплообменников иного типа. В частности, известны водоконтактные теплообменники, к которым относятся градирни. Их применяют в стационарной энергетике, в том числе и для охлаждения дизелей.

Существующее многообразие отличий является причиной того, чтобы систематизированное представление об этих аппаратах давалось основе их классификации. Предлагаемая классификация делит аппараты по следующим основным признакам.

По назначению.

По виду теплоносителей.

По схеме взаимного течения теплоносителей в теплообменнике.

По особенностям перемешивания теплоносителей в каждом последующем сечении по ходу теплоносителей.

По виду поверхности теплообмена.

По общей схеме конструкции теплообменника.

По назначению теплообменники ДВС можно разделить на охладители наддувочного воздуха (ОНВ), охладители воды (ВО), маслоохладители (МО), охладители топлива (ТО), охладителями гидравлических жидкостей (ОГ), подогреватели воды, масла, топлива и наддувочного воздуха.

По виду теплоносителей различают газо-жидкостные (воздухо-жидкостные), воздухо-воздушные (газо-воздушные, газо-газовые), жидкостно-жидкостные теплообменники.

По схеме взаимного течения теплоносителей (см. рисунок 3.1) различают теплообменники противоточные (а), прямоточные (б), перекрёстноточные (в), с реверсивным током (г). Кроме этих основных схем применяют конструкции с многократным перекрёстным током при общем противотоке (д), теплообменники с многократным реверсивным током (е) и ряд других.

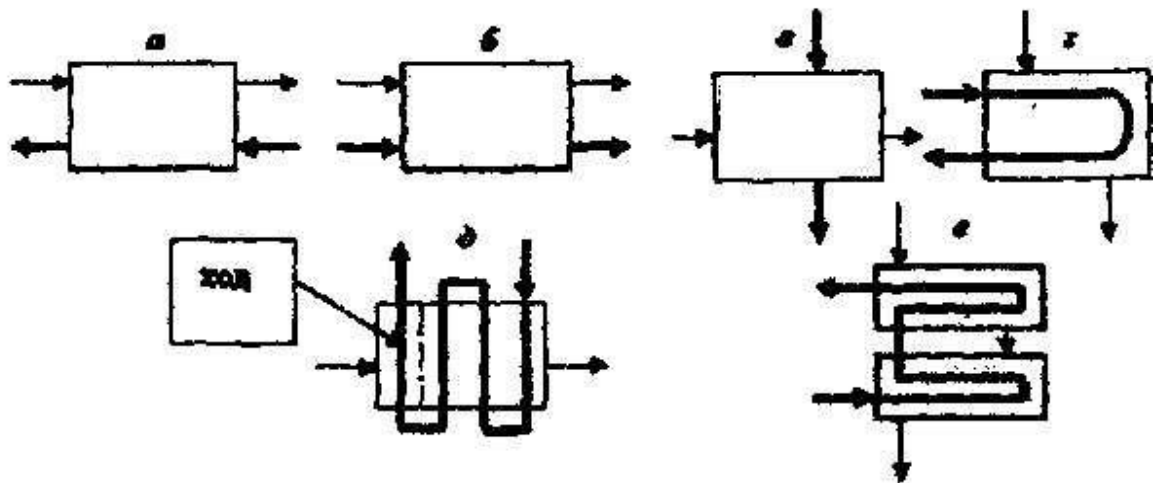
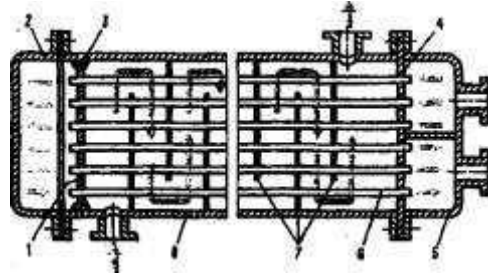


Рисунок 3.1 - Схемы взаимного течения теплоносителей

Рассматривая перекрёстноточные теплообменники, выделим понятие ход как часть теплообменного элемента в пределах однократного пересечения потоков теплоносителей (см. рисунок 3.1 д).

3.1.1 Водно-водяные охладители

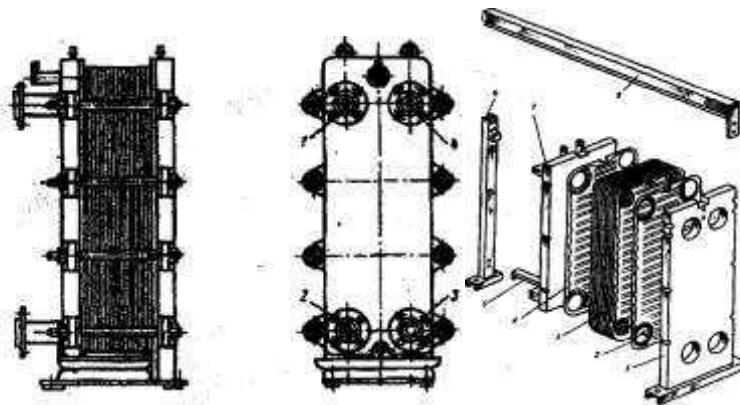
Водно-водяные охладители судовых ДВС (или ВВО) выполняются в виде кожухотрубных или пакетнопластинчатых теплообменников. Конструктивная схема кожухотрубного теплообменника показана на рисунк 3.2.



1 - подвижная трубная доска; 2,5 - водяные крышки; 3 - уплотнение между корпусом подвижной трубной доской; 4 - неподвижная трубная доска; 6 - трубы трубного пучка; 7 - диафрагмы; 8 - корпус (кожух)

Рисунок 3.2 - Конструктивная схема кожухотрубного водо-водяного охладителя с сегментными диафрагмами.

. На рисунке.3.3 показан общий вид возможной конструкции консольного пластинчатого теплообменника.



1 - неподвижная плита; 2 - первая пластина, прилегающая к плите; 3 - пакет рабочих пластин; 4 - концевая пластина; 5 - опорная балка; 6 - стойка; 7 - нажимная подвижная плита; 8 - направляющая балка.

Рисунок 3.3 - Консольный пластинчатый жидкостно-жидкостный теплообменник: Основные элементы конструкции типичных консольных теплообменников (стяжные болты не показаны).

3.1.2 Воздухо-водяные охладители

Воздухо-водяные охладители воды (радиаторы или ВВР) могут выполняться на основе трубчатых, трубчатопластинчатых, пластинчатых ПТ. Современные радиаторы имеют оребрение со стороны воздушного потока. Принципиально такие ПТ могут не отличаться от применяемых для ОНВ.

Наиболее распространённые виды ПТ для радиаторов показаны на рис.2.4.

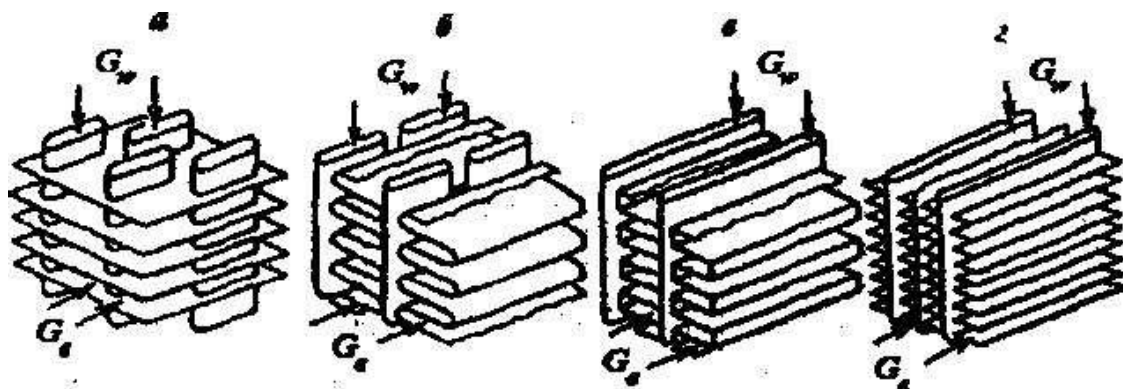
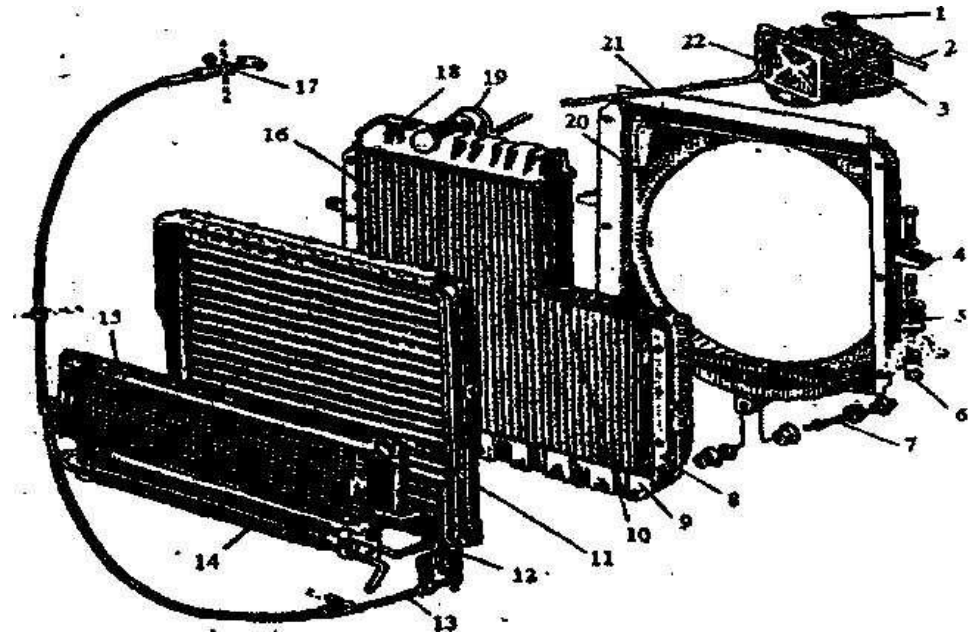


Рисунок 3.4 - Наиболее распространенные виды ПТ для ВВР: а - трубчато-пластинчатая; б - трубчато-ленточная; в, г - пластинчато-ленточные

Часто ВВР устанавливают в одном блоке с масляным радиатором, воздуховоздушным охладителем наддувочного воздуха, а возможно и с другими теплообменниками, которые размещают последовательно по ходу охлаждающего воздуха от вентилятора. Общее устройство подобного радиаторного блока представлено на рисунок 3.5.



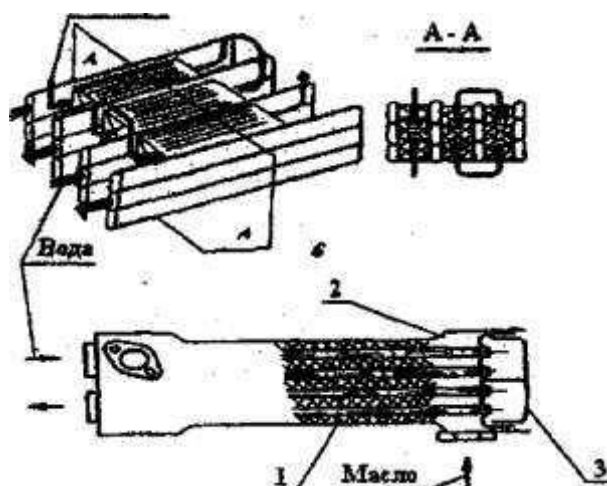
1 - заливная горловина и пробка с паровым и воздушным клапанами; 2, 3, 21 - дренажные трубки; 4 - кронштейн крепления радиатора; 5 - резиновые подушки; 6-гайка крепления радиатора; 7-тяга крепления радиатора к поперечине; 8 - водяной радиатор; 9 - нижний бачок; 10 - трубчато-ленточная сердцевина ВВР; 11 - жалюзи; 12, 13, 17 - привод управления жалюзи; 14 - масляный алюминиевый радиатор гидроусилителя руля; 15-трубчато-пластинчатый радиатор для охлаждения масла двигателя; 16 - трубки сердцевины; 18 - верхний бачок; 19 - входной патрубок; 20 - кожух вентилятора; 22 - расширительный бачок

Рисунок 3.5 - Блок водяного и масляных радиаторов автомобиля КамАЗ-S320:

3.1.3 Масляные охладители

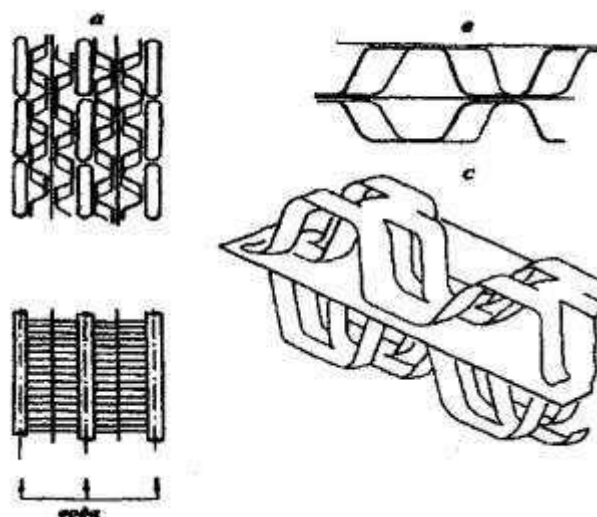
Охладители масла судовых и стационарных ДВС обычно выполняются водомасляными (жидкостно-масляными или ЖМТ).

Конструктивно ЖМТ могут выполняться близкими к водоводяным охладителям.



a - схема течения теплоносителей; *в* - конструктивная схема ЖМТ.

Рисунок 3.6 - Схема кожухо-коробчатого ЖМТ:



a - общий вид элемента ПТ; *в* - вид ПТ по ходу масла; *с* - аксонометрия оребрения.

Рисунок 3.7 - ПТ из плоско-овальных труб с ленточно-рассечённым оребрением

Пакетнопластинчатые ЖМТ изготавливают на основе пластин так называемого сетчато-поточного типа. Здесь между пластинами вставляется перфорированная прокладка, навешиваемая на приваренные к пластине крючки. Прокладка предназначена для интенсификации теплообмена и устанавливается на стороне пластины, обращённой к маслу.

Воздушно-масляные охладители (радиаторы) или ВМР изготавливаются на основе прямоугольных пучков (пакетов) круглых или плоско-овальных труб. Для интенсификации теплообмена поверхности труб как со стороны воздуха, так и со стороны масла должны иметь оребрение. В этом случае обеспечивается наибольшая компактность соответствующих теплообменников.

Обычно же при изготовлении таких теплообменников учитываются технологические возможности производителя и то, что количество отводимой теплоты в ВМР сравнительно невелико по отношению к ВВР.

В реальных условиях производства агрегатов ДВС часто реализуют компромиссные решения, не обеспечивающие максимума компактности, но отвечающие приемлемой технологичности.

В этих случаях для ВМР применяют трубки, оребренные только со стороны воздуха, а в некоторых случаях даже трубки без оребрения. Одновременно учитывается сравнительно высокое давление масла в трубках ВМР и отсутствие коррозионного воздействия масла на поверхности теплообмена.

С учётом последних обстоятельств трубки могут выполняться из стали или алюминия. Оребрение со стороны воздуха по конструктивным особенностям не отличается от применяемого для охладителей наддувочного воздуха, хотя характерные размеры оребрения могут иметь определённые отличия, устанавливаемые в ходе оптимизации ВМР. Конструктивно ВМР весьма близок к ВВР, но отличается меньшими размерами площади теплопередающей поверхности, а также формой и прочностью бачков (коллекторов).

Описание к патенту № 2170897

Изобретение предназначено для охлаждения масла в системе смазки двигателей внутреннего сгорания. Жидкостно-масляный теплообменник содержит размещенные внутри цилиндрического кожуха пучок труб, соединяющий бачки, снабженные патрубками, и перегородки, установленные перпендикулярно

трубкам, разделяющие внутреннее пространство на полости и выполненные с возможностью перетекания теплоносителя последовательно из одной полости в другую. По оси теплообменника установлена труба, на концах которой выполнены бортики, выступающие во внешнюю сторону, на трубе установлены контактирующие с ней фиксаторы, выполненные с возможностью фиксации перегородок и служащие опорой для бачков, последние выполнены торообразными и образуют с трубой проходы для теплоносителя, а крышки бачков охватывают кожух, жестко соединены друг с другом, и в одной из них выполнена кольцевая выдавка, контактирующая с кожухом. Использование изобретения позволяет повысить эффективность процесса охлаждения теплоносителя с одновременным обеспечением возможности установки теплообменника непосредственно на двигатель. 4 з.п. ф-лы, 5 ил.

Изобретение относится к теплообменникам и может использоваться для охлаждения масла в системе смазки двигателей внутреннего сгорания.

Известен теплообменник, состоящий из пучка труб, соединяющего бачки, пучок труб заключен в кожух, бачки имеют патрубки входа и выхода теплоносителя, к кожуху также подсоединены патрубки входа и выхода теплоносителя (см. П.И. Бажан и др. Справочник по теплообменным аппаратам, Москва, Машиностроение, 1989 г., с. 8, рис. 1.1а). Конструкция такого теплообменника не обеспечивает достаточного охлаждения.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели по совокупности существенных признаков (прототип) является кожухо-трубный маслоохладитель, включающий размещенный внутри кожуха пучок трубок, соединяющий бачки с патрубками и перегородки, установленные перпендикулярно трубкам и разделяющие внутреннее пространство на полости, выполненное с возможностью перетекания теплоносителя последовательно из одной полости в другую (см. книгу В.Е. Ермилов, Теплообменные аппараты и конденсационные установки, издательство: Судостроение, Ленинград, 1974, с. 4, рис. 1). Такая конструкция теплообменника не обеспечивает достаточную компактность и как следствие не

обеспечивает достаточную эффективность охлаждения масла. Занимает много места на двигателе, неудобен при обслуживании двигателя. К тому же для такого теплообменника требуются дополнительные элементы конструкции для подвода и отвода теплоносителя и крепления теплообменника.

Предлагаемое изобретение направлено на повышение эффективности охлаждения масла с одновременным осуществлением возможности установки теплообменника непосредственно на двигателе (как правило, между фильтром и двигателем). Это достигается тем, что в известном кожухотрубном маслоохладителе, включающем размещенные внутри цилиндрического кожуха пучок трубок, соединяющий бачки, снабженные патрубками, и перегородки, установленные перпендикулярно трубкам и разделяющие внутреннее пространство на полости и выполненные с возможностью перетекания теплоносителя последовательно из одной полости в другую, новым является то, что по оси теплообменника установлена труба, на концах которой выполнены бортики, выступающие во внешнюю сторону, на трубе установлены контактирующие с ней фиксаторы, выполненные с возможностью фиксации перегородок и служащие опорой для бачков, последние выполнены торообразными и образуют с трубой проходы для теплоносителя, а крышки бачков охватывают кожух, жестко соединены друг с другом и в одной из них выполнена кольцевая выдавка, контактирующая с кожухом. Фиксаторы могут быть выполнены в виде плоских стоек с вырезами под перегородки и выемками под бачки, причем перегородки имеют соответствующие вырезы под стойки.

Фиксаторы могут быть выполнены в виде набора колец, причем кольца, являющиеся опорой для бачков, имеют проходы для теплоносителя.

Наиболее целесообразным является выполнение колец, являющихся опорой для бачков, за одно целое с опорными пластинами. Целесообразным является и выполнение колец за одно целое с перегородками. Предлагаемая совокупность существенных признаков обеспечивает компактность конструкции, повышение эффективности охлаждения масла с одновре-

менным осуществлением возможности установки теплообменника непосредственно на двигателе, между фильтром и двигателем. А при выполнении фиксаторов в виде колец за одно целое с перегородками и/или опорными пластинами упрощается конструкция теплообменника, упрощается его сборка и экономятся материалы.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен разрез по А-А на фиг. 2 жидкостно-масляного теплообменника с фиксаторами в виде плоских стоек; на фиг. 2 - вид сверху на теплообменник на фиг. 1 с местными разрезами; на фиг. 3 - разрез по В-В на фиг. 4 с фиксаторами в виде колец; на фиг. 4 - вид сверху на теплообменник на фиг. 3 с фиксаторами в виде колец; на фиг. 5 - разрез по В-В на фиг. 4 с фиксаторами в виде колец, которые выполнены за одно целое с перегородками и опорными пластинами.

Жидкостно-масляный теплообменник включает цилиндрический кожух 1, верхний торообразный бачок 2, нижний торообразный бачок 3, пучек трубок 4, которые соединяют верхний бачок 2 с нижним бачком 3. Верхний бачок 2 состоит из опорной пластины 5 и крышки 6. Нижний бачок 3 состоит из опорной пластины 7 и крышки 8. С внутренней стороны опорная пластина 5 и крышка 6 спаяны между собой. Также спаяны между собой опорная пластина 7 и крышка 8. С внешней стороны концы опорных пластин 5 и 7 припаяны к кожуху 1. Крышки 6 и 8 бачков 2 и 3 охватывают кожух 1 и спаяны между собой. В верхней крышке 6 выполнены кольцевая выдавка 9, которая контактирует с кожухом 1, отделяя полость бачка 2 от полости бачка 3. Бачок 2 имеет патрубок 10 для подачи воды, а бачок 3 имеет патрубок 11 для выхода воды. Внутри теплообменника по его оси установлена труба 12 с бортиками 13 отогнутыми во внешнюю сторону. Труба служит каналом при возврате масла из фильтра в систему двигателя и для размещения элементов крепления фильтра к двигателю (фильтр и элементы крепления не показаны). Бортики 13 служат для фиксации элементов, смонтированных на трубе 12. Перпендикулярно трубкам 4 установлены перегородки 14, которые служат для увеличения длины пути прохода

масла внутри теплообменника. Каждая перегородка имеет форму кольца с отрезанным сегментом для прохода масла между перегородкой 14 и кожухом 1, причем кромки отрезков сегмента перегородок 14 у каждой последующей расположены диаметрально противоположно. Таким образом перегородки 14 разделяют пространство внутри кожуха 1 на полости, по которым перетекает масло из одной полости в другую. Вокруг трубы 12 симметрично установлены плоские стойки 15 (фиг. 1 и 2), которые служат фиксаторами для перегородок 14 и опорой для бачков 2 и 3. Для этого в стойках 15 выполнены частичные вырезы 16 под перегородки 14. В перегородках 14 также выполнены частичные вырезы 17 под стойки 15 таким образом, чтобы перегородки 14 были зафиксированы по высоте и чтобы они контактировали с трубой 12. Под бачки 2 и 3 в стойках сверху и снизу выполнены выемки 18 и 19. Внутреннее отверстие бачков 2 и 3 выполнено диаметром, большим наружного диаметра трубы 1, чтобы между бачками 2, 3 и трубой 12 свободно проходило масло. Бортики 13 трубы 12 отогнуты во внешнюю сторону и фиксируют положение стоек 15 относительно трубы 12. Фиксаторы перегородок 14 могут быть выполнены в виде набора колец (фиг. 3 и 4). В набор входят кольца 20, каждое из которых имеет в сечении горизонтальную полку 21 и вертикальную полку 22. Полка 21 кольца 20 является опорой для перегородки 14, а полка 22 обеспечивает расположение перегородок 14 на определенном расстоянии друг от друга, кольца 20 надеты на трубу 12 и контактируют с ней. Бачки 2 и 3 опираются соответственно на кольцо 23 и кольцо 24, которые в сечении имеют форму крючка. Вертикальная полка 25 кольца 23 и вертикальная полка 26 кольца 14 контактируют с трубой 12 и контактируют с вертикальной полкой 22 колец 20. Горизонтальная полка 27 кольца 23 и горизонтальная полка 28 кольца 24 являются опорами для бачка 2 и бачка 3. Кольца 23 и 24 имеют сквозные прорезы 29 для прохода масла. Перегородки 14 с фиксаторами в виде колец не имеют вырезов 17 (фиг. 1) и контактируют с трубой 12. Кольца 23 и 24, являющиеся опорой для бачков 2 и 3 могут быть выполнены за одно целое с опорными пластинами 5 и 7 (фиг. 5 и 4). В

этом случае вертикальная полка 30 опорой пластины 5 и вертикальная полка 31 опорной пластины 7 контактирует с трубой 12. В опорных пластинах имеются сквозные прорезы 29 для прохода масла. Кольца 20 также могут быть выполнены за одно целое с перегородками 14 (фиг. 5), в этом случае вертикальные полки 32 перегородок 14 контактируют с трубой 12 и обеспечивают фиксацию перегородок 14 на определенном расстоянии друг от друга. Верхняя перегородка 14 своей вертикальной полкой 32 упирается в вертикальную полку 30 опорной пластины 5, а нижняя перегородка 14 опирается на вертикальную полку 31 опорной пластины 7, причем вертикальная полка 31 выполнена длиннее, чем вертикальная полка 26 опорного кольца 24 и упирается в нижнюю перегородку 14.

Сборку жидкостно-масляного теплообменника, у которого фиксаторы выполнены в виде плоских стоек, осуществляют следующим образом. Предварительно собирают плоские стойки 15 с перегородками 14, совмещая соответствующие вырезы 16 в стойках 15 с вырезами 17 в перегородках 14, после чего внутрь вставляют трубу 12 и отгибают бортики 13 во внешнюю сторону, фиксируя стойки 15 на трубе 12. Далее в отверстия перегородок 14 вставляют трубки 4, после чего устанавливают опорные пластины 5 и 7 до упора в выемки 18 и 19, выполненные в стойках 15. Далее устанавливают кожух 1 и производят пайку опорных пластин 5 и 7 с кожухом 1, а трубки 4 припаивают к опорным пластинам 5 и 7. Далее устанавливают снизу крышку 8 бачка 3, а сверху крышку 6 бачка 2, после чего крышки 6 и 8 спаивают между собой и припаивают их соответственно к опорным пластинам 5 и 7. Сборку водомасляного теплообменника, у которого фиксаторы выполнены в виде набора колец, осуществляют следующим образом. Устанавливают на плиту опорную пластину 7 и кольцо 24 и вставляют внутрь кольца 24 трубу 12. Далее устанавливают на трубе 12 кольцо 20, располагая вертикальную полку 26 кольца 24. Далее на трубе 12 устанавливают последовательно перегородки 14 и кольца 20 вверх вертикальными полками 22. Последним устанавливают кольцо 23, которое своей вертикальной

полкой 25 упирается в вертикальную полку 22 кольца 20. После этого отгибают бортики 13 трубы 12 во внешнюю сторону.

Далее устанавливают трубки 4, опорную пластину 5 и кожух 1, после чего производят пайку опорных пластин 5 и 7 к кожуху 1 и трубкам 4. Устанавливают снизу крышку 8 бачка 3, а сверху крышку 6 бачка 2, после чего крышки 6 и 8 спаивают между собой и припаивают их соответственно к опорным пластинам 5 и 7.

Теплообменник работает следующим образом. Через патрубок 10 подается охлаждающая жидкость, которая поступает в верхний бачок 2, оттуда по трубкам 4 поступает в нижний бачок 3, оттуда через патрубок 11 выходит из теплообменника. Охлаждающая жидкость охлаждает трубки 4, опорные пластины 5 и 7 и кожух 1. Масло в теплообменник поступает снизу в проходы между трубой 12 и бачком 3 и далее последовательно проходит из полости в полость, разделенные перегородками 14, отдавая тепло трубкам 4, кожуху 1 опорным пластинам 5 и 7 и выходит в проходы между трубой 12 и бачком 2.

Предложенная конструкция жидкостно-масляного теплообменника обеспечивает повышение эффективности охлаждения по сравнению с прототипом за счет выполнения крышек бачков охватывающими кожух. Охлаждающая жидкость дополнительно омывает кожух, которому масло отдает свое тепло. Установка по оси теплообменника трубы позволяет устанавливать теплообменник непосредственно на двигатель, между двигателем и фильтром. Теплообменник компактен. Его можно быстро снимать и снова устанавливать.

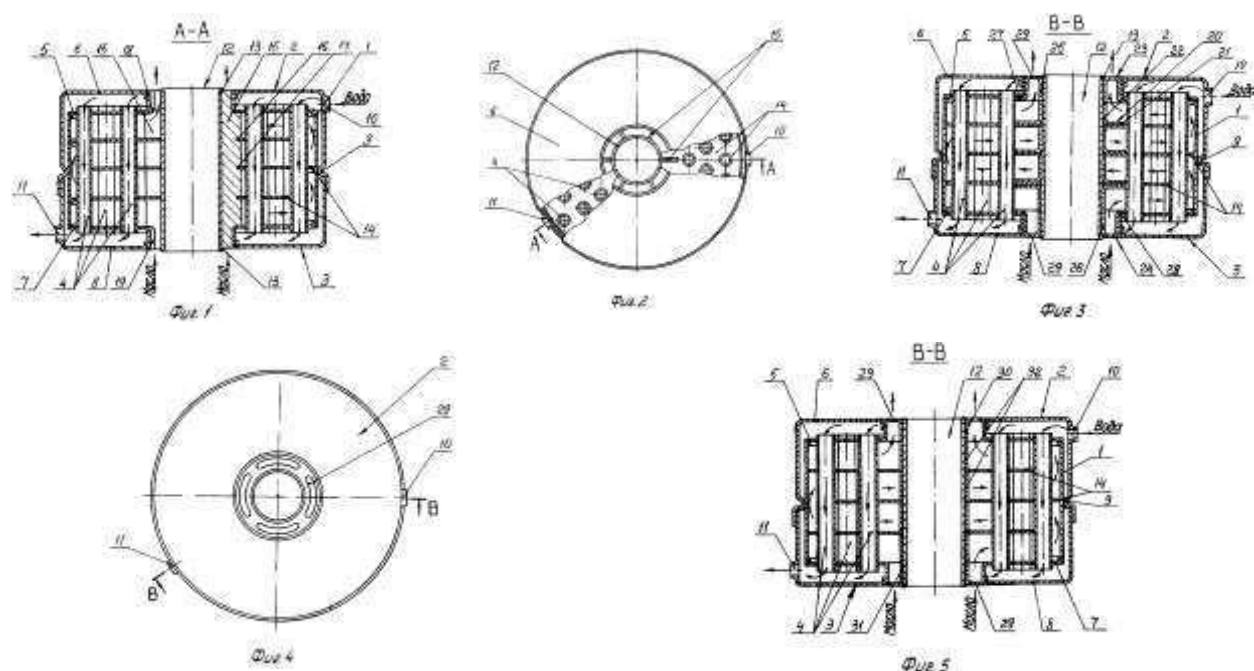


Рисунок 3.8 - Схема к патенту № 2170897

Описание к патенту № 2066771.

Известен масляный радиатор, устанавливаемый на двухтактных двигателях внутреннего сгорания ЯАЗ-204, выпускаемых Ярославским моторным заводом, с пластинчато-ребристой структурой, состоящий из секций, имеющих прямоугольную форму в поперечном сечении, перпендикулярном направлению движения смазочной жидкости во входном и выходном каналах.

Такая форма элементов теплообменника препятствуют его применению в сочетании с агрегатами, у которых элементы имеют другие формы, например, с масляными фильтрами.

Известен масляный радиатор для двигателя внутреннего сгорания, содержащий кожух и размещенный внутри его полости пакет попарно соединенных пластин, образующих соединенные между собой секции, в которых установлены турбулизаторы, при этом в упомянутых пластинах выполнены отверстия, образующие входной и выходной каналы для подвода в секции и отвода из них смазочной жидкости, а к полости внутри кожуха подключены патрубки для

подвода к этой полости и отвода из нее охлаждающей жидкости из системы охлаждения, смещенные относительно друг друга вдоль осей упомянутого пакета, первая из которых расположена в продольной плоскости пакета, а вторая в поперечной его плоскости. Входной и выходной каналы отделены друг от друга перегородкой, образованной выштамповками, выполненными в упомянутых пластинах. Патрубки подвода и отвода охлаждающей жидкости расположены относительно упомянутых входного и выходного каналов с возможностью обеспечения противотока двух упомянутых текучих сред (патент США N 4271901, кл. 165-165, опубл. 1981 г.). Недостатком известного теплообменника является отсутствие в нем внутренних и наружных распределительных пластин, что существенно снижает жесткость и надежность конструкции, затрудняет оптимизацию формы входного и выходного каналов и надлежащее их уплотнение.

Известен теплообменник, содержащий кожух и размещенный внутри его полости пакет попарно соединенных пластин, образующих соединенные между собой секции, в которых установлены турбулизаторы и внутренние разделительные пластины, а между секциями размещены наружные разделительные пластины, при этом во всех упомянутых пластинах выполнены отверстия, образующие входной и выходной каналы для подвода в секции и отвода из них первой из двух текучих сред, а к полости внутри кожуха подключены патрубки для подвода в эту полость и отвода из нее второй текучей среды, смещенные относительно друг друга вдоль осей упомянутого пакета, первая из которых расположена в его продольной плоскости, а вторая в его поперечной плоскости. Входной и выходной каналы разнесены относительно друг друга и расположены по разные стороны от оси пакета пластин, расположенной в поперечной плоскости и перпендикулярной упомянутой его оси, расположенной в той же плоскости. Входной и выходной каналы имеют в поперечном сечении соответственно прямоугольную и круглую формы, наружная распределительная пластина имеет в плане профиль с неплавным сопряжением образующих его эле-

ментов, а турбулизатор выполнен цельным и имеет каналы, ориентированные под одним и тем же углом к оси пакета пластин, расположенной в поперечной плоскости (патент США N 4360055, кл. 165-38, опубл. 1982 г.).

Указанные конструктивные особенности известного теплообменника обуславливают такую организацию движения в нем потоков текучих сред, при которой в два раза снижаются скорости смазочной жидкости, увеличивается сопротивление входных и выходных каналов, увеличивается сопротивление на входе и выходе смазочной жидкости из каналов турбулизатора, увеличивается сопротивление движению охлаждающей жидкости при обтекании ею наружных разделительных пластин, создаются условия для возникновения отрывных зон и возвратных течений упомянутых текучих сред. В результате отмеченного снижается эффективность работы теплообменника.

Задачей заявляемого изобретения является создание жидкостно-масляного теплообменника для двигателя внутреннего сгорания, обладающего необходимой жесткостью конструкции и имеющего повышенную эффективность работы за счет соответствующей организации в нем движения смазочной и охлаждающей жидкостей и снижения сопротивлений движению этих текучих сред по всей траектории их движения.

Указанная задача решается тем, что в теплообменнике, содержащем кожух и размещенный внутри его полости пакет попарно соединенных пластин, образующих соединенные между собой секции, в которых установлены турбулизаторы и внутренние разделительные пластины, а между секциями размещены наружные разделительные пластины, при этом во всех упомянутых пластинах выполнены отверстия, образующие входной и выходной каналы для подвода в секции и отвода из них первой из двух текучих сред, а к полости внутри кожуха подключены патрубки для подвода в эту полость и отвода из нее второй текучей среды, смещенные относительно друг друга вдоль осей упомянутого пакета, первая из которых расположена в продольной его плоскости, а вторая в поперечной плоскости, входной и выходной каналы для первой текучей среды,

расположенные в непосредственной близости друг от друга, отделены друг от друга перегородкой, образованной перемычками пластин, разделяющими упомянутые отверстия, выполненные в пластинах, внутренняя разделительная пластина, контактирующая хвостовиком упомянутой перемычки с внутренней боковой поверхности секции, имеет на этом хвостовике уплотнитель, а патрубки подвода и отвода второй среды расположены относительно упомянутых входного и выходного каналов с возможностью обеспечения противотока двух сред.

Упомянутые входной и выходной каналы имеют в поперечном сечении каплеобразный профиль, вытянутый в направлении упомянутого хвостовика.

Наружная разделительная пластина имеет в плане профиль с плавным сопряжением образующих его элементов.

Турбулизатор состоит из двух составных частей, размещенных по разные стороны от второй из упомянутых осей пакета пластин, каналы для циркуляции первой среды в каждой из составных частей его расположены под углом 30-45° к этой оси, а угол между направлениями циркуляции среды в каналах двух его составных частей составляет 60-90°. При таком выполнении теплообменника, при его работе обеспечиваются направленные потоки смазочной и охлаждающей жидкостей, необходимые величины скоростей движения при одновременном снижении сопротивления на всем пути движения текучих сред и обеспечении надежного уплотнения каналов для смазочной жидкости.

На фиг.1 показана установка заявляемого теплообменника в системе смазки ДВС. На фиг.2 представлено продольное сечение заявляемого теплообменника, на фиг. 3 поперечное сечение, на фиг.4 и 5 изображены пластины, образующие секцию теплообменника, на фиг.6 внутренняя разделительная пластина, а на фиг.7 наружная разделительная пластина.

Жидкостно-масляный теплообменник для двигателя внутреннего сгорания содержит прикрепленный к блоку 1 кожух 2 и размещенный внутри его полости 3 цилиндрический пакет 4 попарно соединенных пластин 5 и 6, образующих секции 7, в которых установлены турбулизаторы 8 и внутренние разде-

лительные пластины 9, а между секциями 7 размещены наружные разделительные пластины 10. Пластины 5 и 6 соединены между собой завальцовкой и последующей пайкой медью всех сопрягаемых поверхностей деталей. В кожухе 2 со стороны его крепления к блоку двигателя образована приемная полость 11, с противоположной стороны выходная полость 12, оси которых совпадают с осью 13 цилиндрического пакета, а в пластинах 5, 6, 9 и 10 выполнены отверстия соответственно 14 и 15, 16 и 17, 18 и 19, 20 и 21, образующие входной 22 и выходной 23 каналы для подвода и отвода смазочной жидкости. Приемная полость 11, подключенная к масляной магистрали блока (не показана), сообщена с входным каналом 22, а выходная полость 12, сообщенная с выходным каналом 23, подключена к масляному фильтру 24. К масляному фильтру 24 теплообменник подключен также центральным каналом 25, выполненным в стяжном болте 26, установленном по оси 13 и проходящим через отверстия (в пластинах 9 и 10 отверстия 27 и 28), выполненные во всех пластинах. Приемная полость 11 через перепускной клапан 29 имеет непосредственную связь с выходной полостью 12. К полости 3 внутри кожуха 2 подключены патрубки 30 и 31 для подвода в эту полость и отвода из нее охлаждающей жидкости системы охлаждения двигателя, смещенные относительно друг друга вдоль осей 13 и 32 цилиндрического пакета. Входной 22 и выходной 23 каналы расположены по одну сторону от перпендикулярной оси 32 оси 33 пакета 4 симметрично относительно оси 32. Расположенные вплотную друг к другу, каналы 22 и 23 отделены друг от друга перегородкой 34, образованной перемычками пластин, разделяющих отверстия 14-21, выполненные в пластинах (в пластинах 9 и 10 эти перемычки соответствуют позициям 35 и 36). Внутренняя разделительная пластина 9 контактирует хвостовиком 37 перемычки 35 с внутренней боковой поверхностью 38 пакета 4 пластины и имеет на этом хвостовике уплотнитель 39, например, лабиринтного типа. Отверстия 14-21 и соответственно каналы 22 и 23 имеют в поперечном сечении каплеобразный профиль, вытянутый в направлении хвостовика 37. На-

ружная разделительная пластина 10 имеет в плане профиль, выполненный в виде плавно сопряженных между собой дуг 40, 41 и 42 окружностей и кривых 43.

Каждый из турбулизаторов 8 выполнен составным и состоит из двух половин 44 и 45, расположенных по разные стороны от оси 32. Выполненные в них каналы 46 и 47 для циркуляции потока смазочной жидкости расположены под углом 30-45° к оси, а угол между направленными циркуляции смазочной жидкости в каналах 46 и 47 составляет 60-90°.

Жидкостно-масляный теплообменник работает следующим образом. Смазочная жидкость из масляной магистрали системы смазки, расположенный в блоке 1, поступает в приемную полость 11, из которой поступает во входной канал 22, проходит в секции 7, движется в них по каналам 46 и 47 турбулизатора и поступает через выходной канал 23 в выходную полость 12 и далее в масляный фильтр 24 или, в зависимости от степени его засоренности, непосредственно в канал 25 и по нему возвращается в двигатель. В случае, если вследствие низких отрицательных температур смазочная жидкость загустеет и движение ее через секции становится невозможным, смазочная жидкость из приемной полости 11 через перепускной клапан 29 поступает непосредственно в выходную полость 12 и далее в масляный фильтр 24 или в зависимости от его состояния сразу через канал 25 в масляную магистраль двигателя.

Охлаждающая жидкость из жидкостной системы охлаждения поступает по патрубку 30 в полость 3 кожуха 2 и отводится из него через патрубок 31. При выбранном расположении каналов 22 и 23 и патрубков 30 и 31 обеспечивается противоток смазочной и охлаждающей жидкостей. Благодаря расположению вплотную каналов 22 и 23, разделенных перегородкой 34, обеспечивается направленное тангенциальное движение смазочной жидкости со скоростями, обеспечивающими интенсивный теплообмен. Уменьшение сопротивления движению смазочной и охлаждающей жидкостей на всем пути их движения и дополнительное повышение эффективности теплообмена достигается благодаря каплеобразной форме каналов 22 и 23, выбранному профилю пластины 10 с

плавным сопряжением образующих его элементов и составной конструкции турбулизатора 8 и выбранным направлениям каналов в них для циркуляции смазочной жидкости. Использование разделительных пластин обеспечивает требуемую жесткость конструкции в то же время облегчает выполнение входного и выходного каналов оптимальной формы. Выполнение при этом на хвостовике внутренней распределительной пластины уплотнителя обеспечивает надежное уплотнение этих каналов друг от друга. Следствием отмеченного является повышение эффективности работы теплообменника.

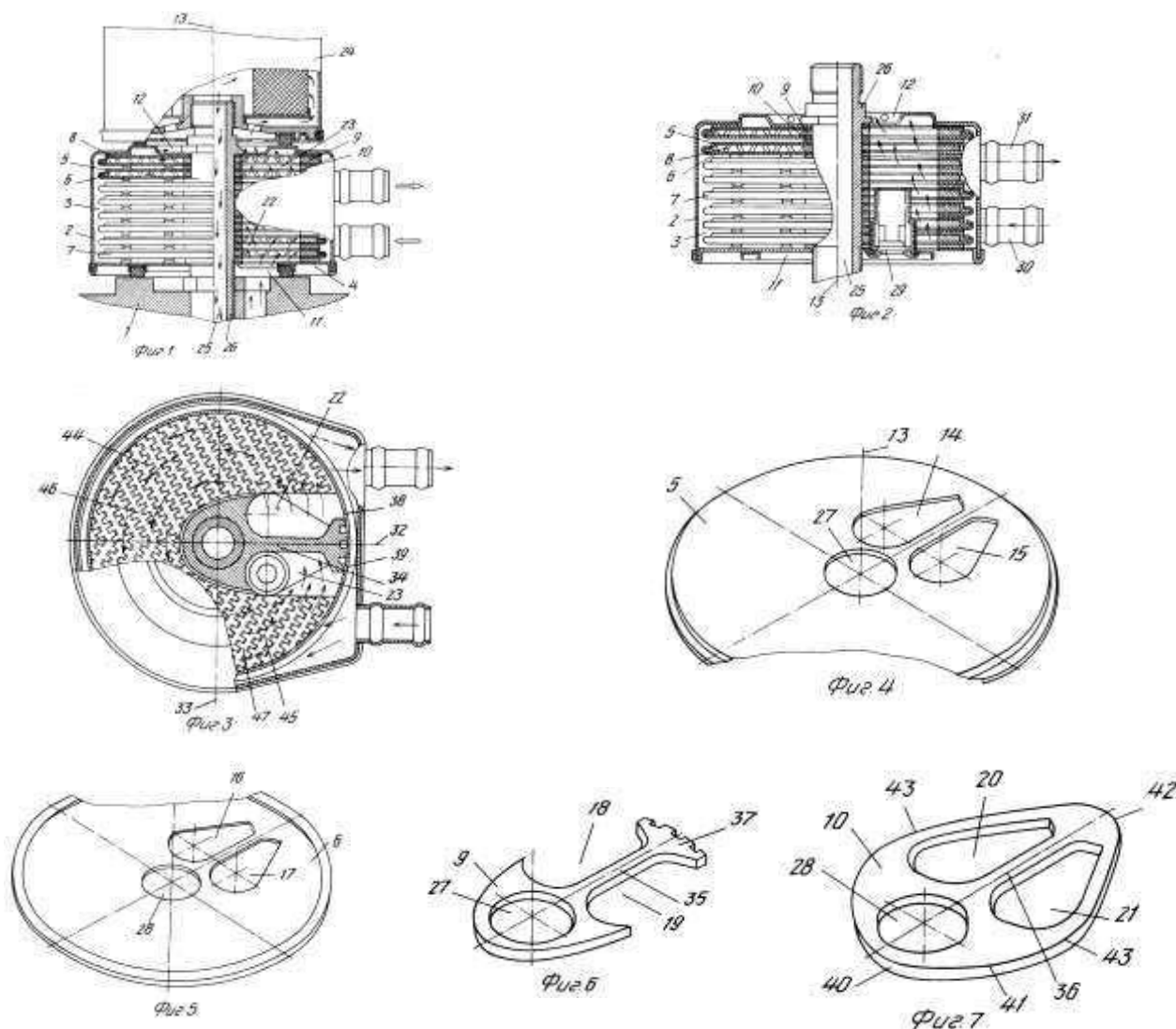


Рисунок 3.9 - Схема к патенту № 2066771

Описание к патенту № 2614307

Изобретение относится к теплообменнику, содержащему: центральную часть, имеющую множество каналов для текучей среды, и бак, открытый с одной стороны и образованный верхней стенкой, противоположными параллельными стенками и торцевыми стенками, открытая сторона бака приспособлена для приваривания к торцевой поверхности центральной части теплообменника, у внутренней стороны торца боковых стенок бака, приваренной к центральной части теплообменника, сформирована гладкая дуговая поверхность, выступающая внутрь бака. Кроме того, изобретение также относится к машине, имеющей такой теплообменник. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 3 ил.

Машина такая, как грузовик, погрузчик, бульдозер и подобная машина, использует энергию двигателя для перемещения, управления рабочими операциями и выполнения подобных действий. Для предотвращения перегрева и возможного выхода системы из строя двигатель и прочие компоненты машины, например, гидравлическая система и трансмиссия должны иметь достаточное охлаждение при работе. На машину часто устанавливают один или большее число теплообменников, например, водяной охладитель для охлаждения двигателя, масляный охладитель для охлаждения масла гидравлической системы и масляный охладитель для охлаждения масла трансмиссии. Воздух направляется при помощи вентилятора к потоку, проходящему через теплообменники, для охлаждения находящейся в них для текучей среды. В этом циркуляционном процессе воздух обменивается теплом с текучей средой в теплообменниках для поддержания температуры текучей среды в теплообменниках на приемлемом уровне.

Теплообменник для машины, такой как масляный теплообменник, может иметь центральную часть теплообменника и баки для текучей среды у двух торцов центральной части теплообменника. Рабочая среда, подвергаемая охлаждению, например, имеющее высокую температуру смазывающее масло или гидравлическое масло, проходит из системной магистрали в бак для текучей

среды из одного из торцов центральной части теплообменника и повторно распределяется в данном баке для текучей среды для подачи в канал для текучей среды центральной части теплообменника; охлаждаемая рабочая среда обменивается теплом с другим низкотемпературным теплоносителем при прохождении через канал для текучей среды для снижения своей температуры. И на последнем этапе вся охлажденная среда проходит в бак для текучей среды с другого торца центральной части теплообменника и вытекает из данного бака для текучей среды в систему смазки или в гидравлическую систему.

В настоящее время бак для текучей среды обычно скрепляется с центральной частью теплообменника при помощи сварки. Однако при проведении экспериментов с пульсацией давления было обнаружено, что точки сварки подвержены разрушению и имеют малый ресурс, поскольку сопротивление давлению внутри бака для текучей среды является не достаточно высоким и, в частности, имеет место относительно высокая концентрация напряжений в точке сварки между боковыми стенками и центральной частью теплообменника. Кроме того, во время проведения технического обслуживания или замены поврежденных теплообменников приходится останавливать работу машины, что приводит к снижению ее производительности.

Настоящее изобретение предлагает теплообменник с баками для текучей среды, который повышает сопротивление внутреннему давлению баков для текучей среды и продляет срок службы баков для текучей среды и теплообменника.

Вышеизложенная цель достигается при помощи теплообменника, обладающего следующими техническими признаками: теплообменник в соответствии с настоящим изобретением содержит: центральную часть теплообменника, имеющую множество каналов для текучей среды, бак, который является открытым с одной стороны и образован верхней стенкой, противоположными параллельными боковыми стенками, открытая сторона бака обеспечивает возможность приваривания к торцевой поверхности центральной части теплообменника.

ка, отличающегося тем, что на внутренней стороне торца боковых стенок бака, приваренных к центральной части теплообменника, сформирована гладкая дуговая поверхность, выступающая внутрь бака.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения торец боковой стенки бака, т.е. бака для текучей среды, приваренный к центральной части теплообменника, имеет толщину $T=3-15$ мм. Для бака с боковой стенкой, толщина которой находится в пределах данного диапазона, дуговая поверхность, выступающая внутрь бака, оказывает благоприятное влияние на распределение напряжений в точках сварки и на повышение сопротивления внутреннему давлению бака.

В другом аспекте настоящее изобретение предлагает машину, снабженную подобным теплообменником.

За счет теплообменника в соответствии с настоящим изобретением обеспечивается распределение напряжений в точках сварки и снижение прикладываемой в них нагрузки, что приводит к повышению сопротивления внутреннему давлению и повышению прочности связи между баками для текучей среды и центральной частью теплообменника, увеличению долговечности теплообменника, снижению частоты замены или обслуживания теплообменника и снижению периода простоя машины.

Фиг.1 - пространственный вид теплообменника в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

Фиг.2 - вид в сечении бака для текучей среды по линии А-А Фиг.1 в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

Фиг.3 - увеличенный вид части В торца боковой стенки бака для текучей среды в соответствии с вариантом осуществления изобретения, показанным на Фиг.2, на котором показана подробная структура торца боковой стенки корпуса бака для текучей среды.

Подробное описание изобретения

Далее приводится описание вариантов осуществления изобретения со ссылками на чертежи. По возможности на всех чертежах для одинаковых или подобных компонентов применены одинаковые ссылочные позиции.

В тексте заявки термины «верхний» или «нижний» относятся к верхнему или нижнему направлению Фиг.1, кроме того, в данном документе верхнее или нижнее направление также называется «вертикальным направлением», а направление, перпендикулярное вертикальному направлению, является горизонтальным направлением.

На Фиг.1 показан пространственный вид теплообменника 10, который содержит центральную часть 11, имеющую множество каналов для текучей среды и баки 12 для текучей среды, приваренные к обоим торцам центральной части теплообменника и гидравлически соединенные с центральной частью 11 теплообменника. Показанный теплообменник 10 может представлять собой теплообменник двигателя или теплообменник гидравлической системы или системы трансмиссии экскаватора с гидравлическим приводом, колесного погрузчика, внедорожного грузовика, колесного скрепера и т.д. Бак 12 для текучей среды, расположенный у верхнего или у нижнего торца теплообменника 10 имеет верхнюю стенку 121, две противоположно установленные боковые стенки 122 и две противоположно установленные торцевые стенки 123. Верхняя стенка 121, боковые стенки 122 и торцевые стенки 123 совместно образуют бак для текучей среды, открытый с одной стороны. Верхняя стенка 121 снабжена отверстиями, гидравлически связанными с входной магистралью 17 или выходной магистралью 18 для обеспечения канала для движения текучей среды внутрь и наружу из бака 12 для текучей среды. Бак 12 для текучей среды также снабжен крепежным элементом 19, например, крепежным кронштейном или крепежным отверстием для установки теплообменника 10 на раму машины.

Для более ясного отображения структуры бака 12 для текучей среды выполнен разрез бака 12 для текучей среды по линии А-А Фиг.1 и на Фиг.2 приводится вид бака 12 для текучей среды в сечении. Две боковые стенки 122 бака

12, как показано на Фиг.2, проходят в основном вертикально от верхней стенки 121 к центральной части 11 теплообменника. Специалистам в данной области техники понятно, что данные две боковые стенки 122 бака 12 для текучей среды могут проходить не в вертикальном направлении. Торцевые стенки 122 бака 12 для текучей среды проходят от верхней стенки 121 и расположены между двумя боковыми стенками 122 (на Фиг.2 показана только одна торцевая стенка 123). Из Фиг.1 и 2 видно, что полость бака 12 для текучей среды определяется двумя противоположными торцевыми стенками 123, двумя противоположными боковыми стенками 122, и верхняя стенка 121 имеет отверстие 13, т.е., бак 12 для текучей среды является открытым со стороны отверстия 13. Боковые стенки 122 и/или торцевые стенки 123 в районе открытой стороны бака 12 для текучей среды приварены к торцевой поверхности центральной части 11 теплообменника таким образом, что бак 12 для текучей среды гидравлически связан с центральной частью 11 теплообменника.

Специалистам в данной области техники понятно, что бак 12 для текучей среды, открытый с одной стороны, не ограничивается конфигурацией, показанной на фигурах. Например, отверстие бака 12 для текучей среды может иметь форму пятиугольника, шестиугольника или быть круговым или овальным, и его форма не ограничивается квадратом, показанным на фигурах. Боковые стенки 122 бака для текучей среды не ограничиваются плоской формой, но могут, например, представлять собой гофрированные пластины.

На Фиг.3 в увеличенном масштабе более подробно показан участок В торца боковой поверхности 122, изображенной на Фиг.2, в районе открытой стороны бака для текучей среды. Как показано на Фиг.2 и 3, в районе торца боковой стенки 122, соответствующего открытой стороне бака 12 для текучей среды сформирована скошенная поверхность 15, расположенная снаружи от полости бака для текучей среды. Скошенная поверхность 15 имеет угол β наклона относительно горизонтальной плоскости торцевой поверхности центральной части 11 теплообменника. Во время предварительной сборки бака 12

для текучей среды с центральной частью 11 теплообменника торец боковой стенки 122 в районе открытой стороны бака 12 для текучей среды упирается в боковую кромку торцевой поверхности центральной части 11 теплообменника. За счет наличия скошенной поверхности 15 торец боковой стенки 122 и торцевая поверхность центральной части 11 теплообменника образуют в зоне боковой кромки паз/канавку для сварки. В предпочтительном варианте осуществления важный параметр, который определяет форму паза/канавки, угол ρ наклона предпочтительно равен 45° , что является благоприятным для процесса сварки. Для простоты описания ширину выступа скошенной поверхности 15 на горизонтальной плоскости торцевой поверхности центральной части 11 теплообменника будем называть шириной d канавки. Около внутренней стороны торца боковой стенки 122 в районе открытой стороны бака 12 для текучей среды, т.е. стороны торца боковой стенки 122 противоположной стороне, на которой расположена канавка, сформирована по существу гладкая дуговая поверхность 16, выступающая в сторону внутренней полости бака для текучей среды.

Как показано на Фиг.3, дуговая поверхность 16 по существу сформирована в переходной зоне между внутренней боковой поверхностью 51 торца боковой стенки 122 бака 12 для текучей среды в районе открытой стороны бака для текучей среды и торцевой поверхностью 52 того же торца.

Специалистам в данной области техники понятно, что кривая, соответствующая дуговой поверхности 16 может представлять собой переменную инволюту или сплайн, например, В-сплайн, или участок параболы.

В варианте осуществления, приведенном на Фиг.3, дуговая поверхность 16 показана в виде дугового сегмента I радиусом R с центральным углом α . Для удобства изготовления дуговой сегмент I предпочтительно плавно переходит во внутреннюю боковую поверхность 51 торца его боковой стенки. Другой торец дугового сегмента I является касательным к прямолинейному сегменту II (т.е. дуговой сегмент I плавно переходит в прямолинейный сегмент II). Прямолинейный сегмент II продолжается до пересечения с торцевой поверхностью 52

торца боковой стенки. Прямолинейный сегмент II выполнен для упрощения обработки дугового сегмента I. Специалистам в данной области техники понятно, что в одном из вариантов осуществления возможно исключение прямолинейного сегмента II, т.е. поверхность дугового сегмента 16 может непосредственно плавно переходить в торцевую поверхность 52.

Как указано выше, дуговой сегмент I дуговой поверхности 16 является участком специальной окружности, например, сегментом дуги радиусом 7 мм с центральным углом 45° . Центральный угол дуги, безусловно, может подбираться в соответствии с толщиной T и высотой боковой стенки бака для текучей среды в районе торцевой зоны. В предпочтительном варианте осуществления длина (которая зависит от радиуса R дуги и центрального угла α) и положение (место размещения центра O окружности дуги) дугового сегмента и толщины боковой стенки 122 бака для текучей среды подчиняются следующему правилу: в случае, когда дуговая поверхность 16 не выступает относительно (вертикальной) плоскости, в которой расположена внутренняя боковая поверхность 51 боковой стенки 122, сумма длины S проекции дуговой поверхности 16 на соответствующую торцевую поверхность центральной части 11 теплообменника и толщина d канавки на соответствующем торце боковой стенки 122 в районе внешней стороны для сварки меньше, чем толщина T боковой стенки в зоне торца. Таким образом, обеспечивается гарантия того, что торцевая поверхность 52 имеет достаточную длину контакта с торцевой поверхностью центральной части 11 теплообменника.

Предпочтительно торец боковой стенки 122 бака 122 для текучей среды, приваренный к центральной части теплообменника имеет толщину $T=3-15$ мм, радиус R дуги, соответствующей дуговой поверхности 16 находится в диапазоне 2-30 мм, а центральный угол лежит в диапазоне $10-90^\circ$.

В отличие от конструкций известного уровня техники бак для текучей среды в соответствии с настоящим изобретением обеспечивает распределение нагрузки, прикладываемой к точкам сварки и снижение напряжений, за счет че-

го бак 12 для текучей среды может воспринимать более высокое внутреннее давление, что продлевает долговечность бака 12 для текучей среды и теплообменника 10.

Хотя на Фиг.1-3 показано, что торец боковой стенки 122 в районе открытой стороны бака для текучей среды на внутренней стороне выступает внутрь бака 12 для текучей среды, специалистам в данной области техники понятно, что внутренняя сторона торца торцевой стенки 123 бака 12 для текучей среды в районе открытой стороны бака для текучей среды также может быть выполнена с дуговой поверхностью выступающей внутрь бака 12 для текучей среды для повышения его сопротивления давлению.

Промышленная применимость

Теплообменник, описанный в данном документе, может применяться в различных машинах, таких как масляный охладитель двигателя или охладитель масла гидравлической или трансмиссионной системы рабочей машины, такой как экскаватор с гидроприводом, колесный погрузчик, внедорожный грузовик, колесный скрепер и т.д., для охлаждения рабочей текучей среды при необходимости рассеяния энергии машины.

Как показано на Фиг.1, разработан бак 12 для текучей среды, имеющий верхнюю стенку 121, две боковые стенки 122, идущие сверху к одной стороне и две торцевые стенки 123 проходящие от верхней стенки 121 между двумя боковыми стенками 122. Торец боковой стенки 122 бака 12 для текучей среды напротив верхней стенки 121 расположен поверх центральной части 11 теплообменника таким образом, что внутренняя полость бака 12 для текучей среды гидравлически связана с центральной частью 11 теплообменника. Канавка для сварного шва сформирована при помощи скошенной поверхности 15 в районе внешней стороны бака 12 для текучей среды в зоне торца боковой стенки 122, противоположного верхней стенке 121. Торец боковой стенки 122 соединен с центральной частью 11 теплообменника при помощи стандартного процесса сварки, например, такого как сварка с припоем. Торцевая стенка 123 бака 12

для текучей среды входит в углубление, сформированное двумя боковыми стенками 122 и верхней стенкой 121, и торцевая стенка 123 прикрепляется по периметру при помощи сварки к верхней стенке 121, боковой стенке 122 и центральной части 11 теплообменника. В результате бак 12 для текучей среды жестко прикрепляется к верхнему торцу центральной части 11 теплообменника. При помощи такой же технологической операции сварки другой бак 12 для текучей среды прикрепляют к нижнему торцу центральной части 11 теплообменника. Таким образом, производят сборку и формирование теплообменника 10. Теплообменник 10 крепят в нужном месте машины при помощи крепежного элемента 19, и впускную магистраль 17 и выпускную магистраль 18 гидравлически соединяют с рабочей системой циркуляции рабочей текучей среды, требующей охлаждения.

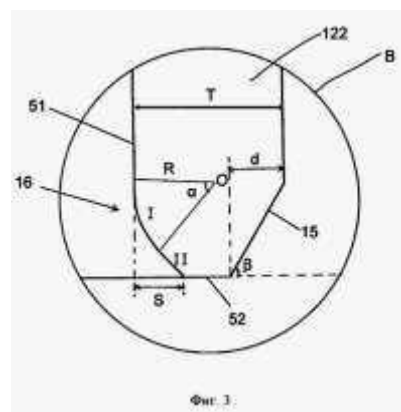
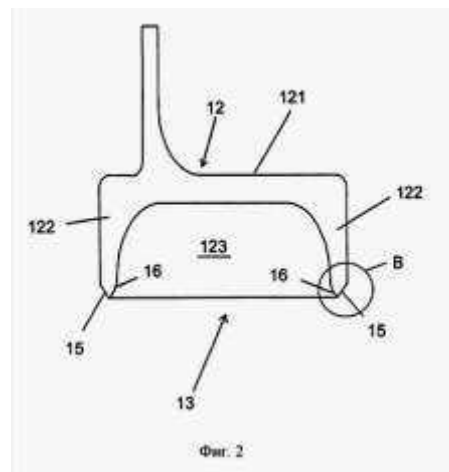
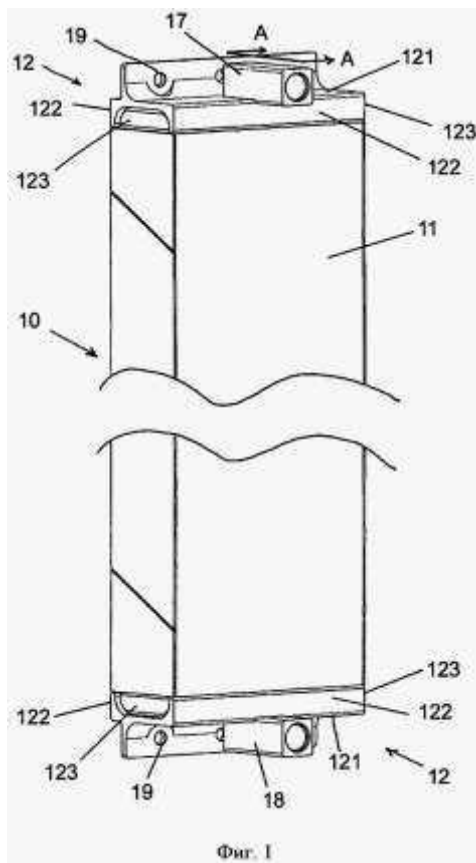


Рисунок 3.10 – Схема к патенту 2614307.

3.2 Расчет теплообменника

Масляный радиатор представляет собой теплообменный аппарат для охлаждения масла, циркулирующего в системе двигателя. На проектируемом двигателе устанавливается водомасленный теплообменник. Количество теплоты, отводимое маслом от двигателя, определено уравнением:

$$Q_m = 1000 \cdot Q_0 = 1000 \cdot 4,47601 = 4476,01 \text{ Дж/с.}$$

С учетом конструктивных особенностей и условий эксплуатации нами была разработана конструкция теплообменника жидкостно-масляного для поддержания оптимальной температуры масла в двигателе. Данная конструкция позволяет поддерживать оптимальную температуру масла в двигателе вне зависимости от температуры окружающей среды.

Перед теплообменником устанавливается автоматический клапан, который закрыт когда двигатель холодный. После прогрева масла в двигателе его охлаждение осуществляется с помощью теплообменника работающего за счет охлаждающей жидкости двигателя.

Схема конструкции представлена на рисунке 3.11.

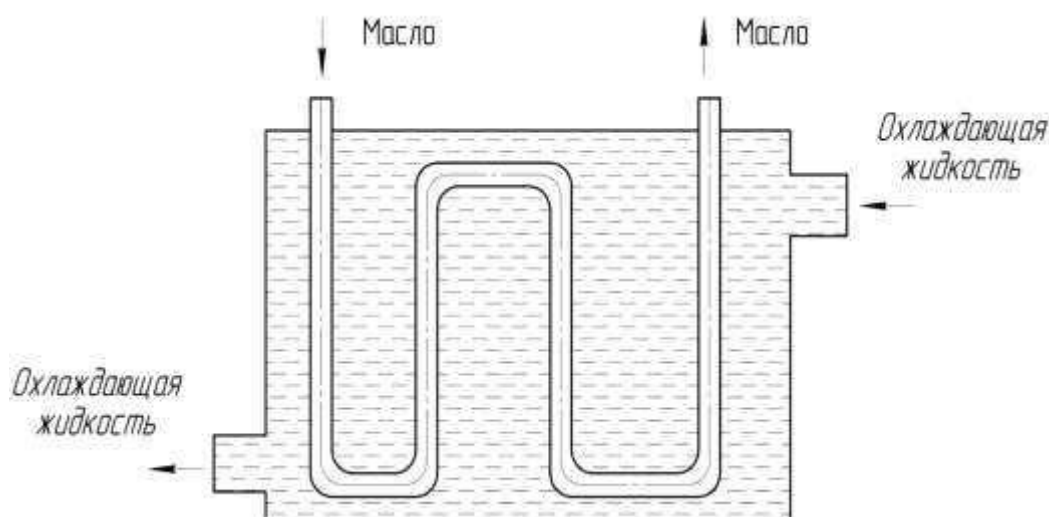


Рисунок 3.11 - Схема конструкции теплообменника для охлаждения масла в двигателе.

Основной отвод тепла в теплообменнике происходит через стенки маслопроводящих трубок.

Принимаем температуру масла на входе в теплообменник равной $t_{m1} = 90^{\circ}\text{C}$, а температуру на выходе $t_{m2} = 70^{\circ}\text{C}$. Тогда количество отводимого тепла определяется по формуле,

$$Q_T = \frac{V_m * \rho_m * c_m * (t_{m2} - t_{m1})}{60},$$

где Q_T – количество отводимого тепла, Вт;

ρ_m – плотность масла, $\rho_m = 0,85 \dots 0,88$ кг/литр,

c_m – теплоемкость масла, $c_m = 1150$ Дж/кг $^{\circ}\text{C}$,

V_m – производительность масляного насоса, литр/мин.

В таблице 3.1 приведены основные характеристики системы смазки двигателя.

Таблица 3.1- Основные характеристики системы смазки двигателя Д-240.

Марка применяемого масла	М10Г2(летом) М8Г2(зимой)
Число цилиндров	дизель, 4 тактный
Производительность масляного насоса (максимальная), литр/мин	36
Производительность масляного насоса (номинальная), литр/мин	26
Максимальная частота вращения вала двигателя, мин-1	2200
Максимальное давление масла, МПа.	0,7...0,75
Давление срабатывания сливного клапана МПа.	0,3

$$Q_M = 26 * 0,86 * 1150 * (90 - 70) / 60 = 8571 \text{ Вт.}$$

Площадь поверхности теплообменной трубки определяется по формуле.

$$F_M = \frac{Q_M * R_0}{(t_{e2} - t_{m2}) * n},$$

где R_0 – общее сопротивление теплопередаче маслопроводящей трубки, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

n – поправочный коэффициент к расчетной разности температур, зависящий от расположения трубок по отношению к охлаждающей жидкости, $n = 4$.

$$R_0 = R_H + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + R_B,$$

где R_B – сопротивление тепловосприятию, $R_B = 0,007 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

R_H – коэффициент теплоотдачи, $R_H = 0,005 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

δ_1 – толщина стенки трубки, принимаем $\delta_1 = 0,001 \text{ м}$;

λ_1 – коэффициент теплопроводности стенки, $\lambda_1 = 490 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;

$R_0 = 0,005 + 0,001/490 + 0,007 = 0,008 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

$F_M = 8571 * 0,008 / (90 - 70) / 4 = 0,857 \text{ м}^2$.

Длина трубок определяется по формуле:

$$L_T = \frac{F_M}{\pi * D_T} * K_{TC},$$

где D_M – диаметр трубки теплообменника, принимаем $D_M = 0,008 \text{ м}$;

K_{TC} – коэффициент, учитывающий торцевые поверхности теплообменника, $K_{TC} = 0,85$.

$$L_T = 0,857 * 0,85 / (3,14 * 0,008) = 2,8 \text{ м}.$$

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

4.1 Служебное назначение и конструкция детали.

Втулка — деталь машины, механизма, имеющая осевое отверстие, в которое входит сопрягаемая деталь.

Деталь - втулка, запрессовывается в корпус поверхностью диаметром $\varnothing 36г6$. Торце $\varnothing 40$ мм служит для упора втулки в корпус. Точное отверстие $\varnothing 20H7$ является направляющим.

Материал втулки – Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Данная сталь широко применяется для изготовления ответственных изделий типа валов, фланцев, втулок и других деталей.

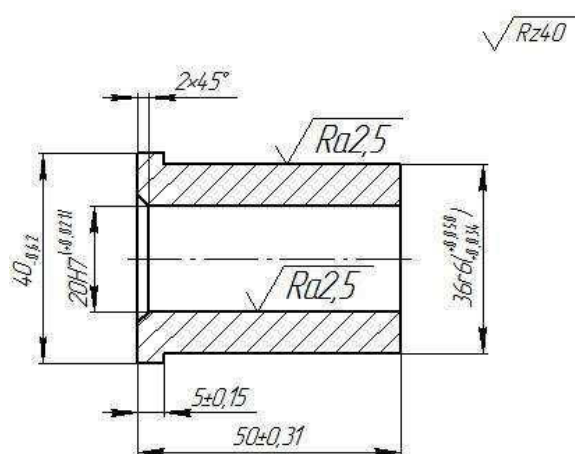


Рисунок 4.1. Эскиз детали

Таблица 4.1 - Химический состав стали 45 ГОСТ 1050-88, %

Углерод, С	Крем- ний, Si	Марга- нец, Mn	Сера, S	Фосфор, Р	Никель Ni	Хром Cr
0,4-0,5	0,17-0,37	0,5...0,8	0,45	0,045	0.3	0.3

Таблица 4.2 - Механические свойства стали 45 ГОСТ 1050-88, МПа

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	Q_H , Дж/см ²	HB	HRc
360	610	16	40	50	240	30...32

Данный материал детали - Сталь 45 подходит для изготовления данной детали, так как механические характеристики и химический состав удовлетворяют заложенные в конструкции требования.

4.2 Определение типа производства

Таблица 4.3 – Таблица для определения типа производства

Максимальная масса заготовки	Тип производства				
	Единич- ный	Мелкосерийный	Средне- серийный	Крупно- серийный	Массовый
До 200кг	До 1000	1000-5000	5000- 10000	10000- 100000	Св. 100000

Производство детали втулка является среднесерийным. В серийном производстве детали изготавливаются партиями, а сборка осуществляется сериями изделий, повторяющимися через определенный промежуток времени. Это производство характеризуется применением как стандартного, так и специализированного оборудования, широко применяются станки с ЧПУ, которые позволяют осуществить быструю переналадку оборудования на обработку партии других деталей, снижается трудоемкость, уменьшается себестоимость

4.3 Анализ технологичности конструкции детали

Основная цель анализа технологичности конструкции детали – возможное уменьшение трудоемкости и металлоемкости, возможность обработки детали высокопроизводительными методами.

Анализируем конструкцию детали с точки зрения получения рациональной заготовки: может быть – труба или прокат калиброванный.

Анализируем конструкцию детали с точки зрения механической обработки:

1. Деталь имеет простую конструкцию, имеются поверхности удобные для базирования и закрепления на всех операциях.
2. Сталь 45 хорошо обрабатывается резанием: коэффициент обрабатываемости 1. Деталь не подвергается термической обработке.
3. Деталь имеет достаточную жесткость, поэтому возможно применить высокочастотные методы обработки.
4. Все размеры деталей и величины шероховатости можно получить при обработке на станках нормальной точности.
5. На детали отсутствуют специфические требования допуски по массе и по неуравновешенности.

Таким образом, можно сделать вывод, что конструкция детали является технологичной.

4.4 Выбор заготовки и метода ее изготовления

Метод получения заготовки, ее качество и точность определяет объем механической обработки. Следует стремиться к наибольшему коэффициенту используемого материала, т.е. максимально приближать форму и размеры заготовки к размерам и форме готовой детали, при условии ее наименьшей себестоимости, ее изготовления.

При разработке заготовки придерживаемся следующего порядка:

- выбирается вид заготовки с учетом типа производства, экономии металла и количество механической обработки;

- на все обрабатываемые поверхности по ГОСТ 7505-79 - для поковок и ГОСТ 26645-85- для отливок, назначаются припуски на обработку;
- выполняется чертеж заготовки, подсчитывается ее масса и коэффициент использования металла.

Назначаем вид заготовки – труба.

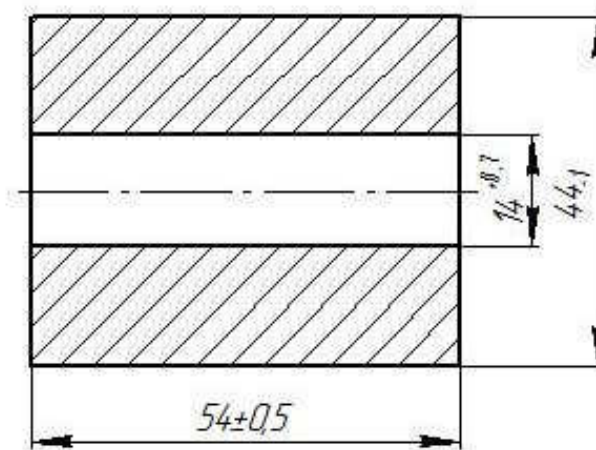


Рисунок 4.2 – Эскиз заготовки

Рассчитаем массу детали и заготовки в графическом редакторе КОМПАС-3D

$$M_d = 0,283 \text{ кг}$$

$$M_z = 0,577 \text{ кг}$$

Рассчитаем коэффициент использования материала для заготовки – труба.

$$KIM = \frac{M_d}{M_z} = \frac{0,283}{0,577} = 0,490 \text{ кг}$$

где M_z – масса заготовки

4.5 Выбор технологических баз и схем базирования

В основе выбора технологических баз лежат следующие общие принципы:

- 1) При обработке заготовок полученных штамповкой или литьем необработанные поверхности можно использовать в качестве баз только на первой операции.

2) У заготовок не все поверхности, которые обрабатываются, используют в качестве технологических баз. На первой операции используют ту поверхность, которая вообще не обрабатывается.

3) Точность обработки будет наиболее высокой при использовании на всех операциях одних и тех же баз.

4) Рекомендуется соблюдение принципа совмещения баз, когда в качестве технологических баз используют конструкторские и измерительные базы.

5) Выбранные базы должны обеспечить простую и надежную конструкцию приспособлений. Обеспечить удобство установки и снятия детали.

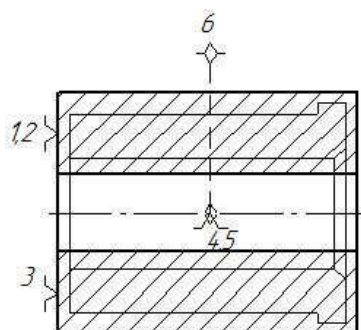


Рисунок 4.3 – Схема базирования на черновой операции

В качестве черновой базы выбираем поверхность диаметром $\varnothing 44$ мм и торец этим же диаметром. При таком базировании будут получены: отверстие $\varnothing 20H7$ мм, фаска 2×45 ; поверхность $\varnothing 40$ мм; торец $\varnothing 40$ мм.

При обработке поверхности $\varnothing 36r6$ и подрезке торца базой будет являться отверстие $\varnothing 20$ мм и торец $\varnothing 40$ мм

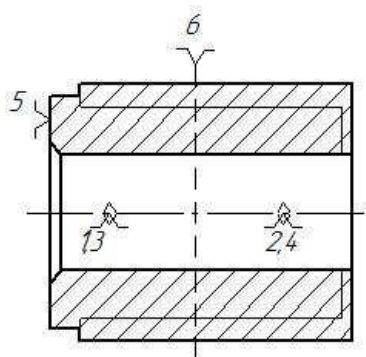


Рисунок 4.4 – Схема базирования при обработке $\varnothing 36r6$ мм и подрезке торца.

4.6 Выбор методов обработки

При назначении метода обработки следует стремиться к тому, чтобы одним и тем же методом обрабатывалось возможно большее количество поверхностей заготовки, что дает возможность разработать операции с максимальным совмещением обработки отдельных поверхностей, сократить общее количество операций, длительность цикла обработки, повысить производительность и точность обработки заготовки.

В этом разделе приведём выбор и обоснование методов обработки всех поверхностей детали на основании технических требований чертежа детали, формы поверхностей, качества заготовки, типа производства, при выборе методов обработки будем пользоваться приведёнными справочными таблицами экономической точности обработки, в которых содержатся сведения о технических возможностях различных методов обработки.

Таблица 4.4 – Выбор методов обработки.

Поверхность	Квалитет	Шероховатость	Метод обработки
Ø20	7	Ra2.5	Сверление, двукратное развертывание
Ø36	6	Ra2.5	Двукратное точение, шлифование чистовое
Ø40	14	Ra6.3	Однократное точение

4.7 Выбор варианта технологического маршрута

1. Точить торец Ø40мм
2. Сверлить отверстие Ø19 мм двукратно
3. Точить фаску 2х45
4. Точить поверхность Ø40 мм однократно
5. Точить торец Ø36мм

6. Точить поверхность Ø36 мм двукратно

Операция 005 токарная, станок 16K20Ф3С32

1. Точить торец Ø40мм
2. Сверлить отверстие Ø19 мм однократно
3. Развернуть отверстие Ø20H7 мм двукратно окончательно
4. Точить фаску 2х45
5. Точить поверхность Ø40 мм однократно

Патрон трехкулачковый самоцентрирующийся; резец проходной упорный Т15К6; сверло Ø19 мм Р6М5; ШЦ-1 0,1 ГОСТ 166-90; резец фасочный Т15К6.

Операция 010 токарная, станок 16K20Ф3С32

1. Точить торец Ø36мм
2. Точить поверхность Ø36 мм двукратно

Патрон трехкулачковый самоцентрирующийся; резец проходной упорный Т15К6; ШЦ-1 0,1 ГОСТ 166-90

Операция 015 слесарная

1. Зачистить заусенцы; притупить острые кромки

Слесарный стол

Операция 020 моечная

1. Промыть деталь; обдуть сжатым воздухом

Машина моечная

Операция 025 термическая

1. Закалить деталь до твердости 40...45HRC

Операция 030 круглошлифовальная, станок 3М151

1. Шлифовать Ø36r6 начисто

Операция 035 слесарная

1. Зачистить заусенцы; притупить острые кромки

Слесарный стол

Операция 040 моечная

1. Промыть деталь; обдуть сжатым воздухом

Машина моечная

Операция 045 контрольная

1. Проверить размеры детали на соответствие чертежу

Контрольный стол

4.8 Расчет режимов резанья

Произведём расчёт обработки торца Ø36 мм точением.

- 1) Глубина резанья:

$$t = \frac{L_{\text{заг}} - L_{\text{дет}}}{2} = \frac{54 - 50}{2} = 2 \text{ мм.}$$

- 2) По выбранной глубине резанья и шероховатости назначаем подачу $S=0,4-0,5$ мм/об

Выбираем значение подачи по паспортным данным станка $S=0,5$ мм/об.

- 3) Определяем скорость резанья при заданной стойкости резца, глубине резанья и подачи:

$$v_p = 105 \text{ м/мин (по справочнику).}$$

4) Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 36} = 929 \text{ об / мин.}$$

5) Корректируем частоту вращения шпинделя по станку:

$$n_{cm} = 800 \text{ об / мин.}$$

6) Определяем фактическое значение скорости:

$$v_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 800}{1000} = 90 \text{ м / мин.}$$

7) Определяем по справочнику силу резанья:

$$P_z = 3400 \text{ Н.}$$

8) Определяем мощность резанья:

$$N = \frac{P_z \cdot v_p}{1020 \cdot 60} = \frac{3400 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 5 \text{ кВт.}$$

Обработка на станке возможна если выполняется условие:

$$N \leq 1,3 \cdot N_{cm} \cdot \lambda$$

$$5 \leq 1,3 \cdot 11 \cdot 0,8$$

$$5 \leq 11,4$$

Условие выполняется, резание возможно.

9) Определяем основное технологическое время T_0 :

$$L = l_0 + l_1 + l_2 = 8 + 2 + 2 = 12 \text{ мм,}$$

где l_0 - длина обрабатываемой поверхности,

l_1 - величина врезания инструмента при точении,

l_2 - величина перебега инструмента.

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{12}{0,5 \cdot 800} \cdot 1 = 0,03 \text{ мин,}$$

где i - количество проходов.

10) Определяем минутную подачу:

$$S_{мин} = S \cdot n_{cm} = 0,5 \cdot 800 = 400 \text{ мм / мин}$$

Произведём расчёт обработки поверхности $\varnothing 36,5$ мм точением.

- 1) Глубина резанья:

$$t = \frac{D_{заг} - D_{дет}}{2} = \frac{44 - 36,5}{2} = 3,75 \text{ мм.}$$

- 2) По выбранной глубине резанья и шероховатости назначаем подачу $S=0,3-0,4$ мм/об

Выбираем значение подачи по паспортным данным станка $S=0,4$ мм/об.

- 3) Определяем скорость резанья при заданной стойкости резца, глубине резанья и подачи:

$$v_p = 95 \text{ м/мин (по справочнику).}$$

- 4) Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 95}{3,14 \cdot 44} = 687 \text{ об/мин.}$$

- 5) Корректируем частоту вращения шпинделя по станку:

$$n_{см} = 630 \text{ об/мин.}$$

- 6) Определяем фактическое значение скорости:

$$v_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{см}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 630}{1000} = 87 \text{ м/мин.}$$

- 7) Определяем по справочнику силу резанья:

$$P_z = 3000 \text{ Н.}$$

- 8) Определяем мощность резанья:

$$N = \frac{P_z \cdot v_p}{1020 \cdot 60} = \frac{3000 \cdot 87}{1020 \cdot 60} = 4,26 \text{ кВт.}$$

Обработка на станке возможна если выполняется условие:

$$N \leq 1,3 \cdot N_{см} \cdot \lambda$$

$$4,26 \leq 1,3 \cdot 11 \cdot 0,8$$

$$4,26 \leq 11,4$$

Условие выполняется, резание возможно.

9) Определяем основное технологическое время T_0 :

$$L = l_0 + l_1 + l_2 = 45 + 2 + 2 = 49 \text{ мм},$$

где l_0 - длина обрабатываемой поверхности,

l_1 - величина врезания инструмента при точении,

l_2 - величина перебега инструмента.

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{49}{0,4 \cdot 630} \cdot 1 = 0,194 \text{ мин},$$

где i - количество проходов.

10) Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{мин}} = S \cdot n_{\text{см}} = 0,4 \cdot 630 = 252 \text{ мм / мин}$$

Произведём расчёт обработки торца $\varnothing 40$ мм точением.

1) Глубина резанья:

$$t = \frac{L_{\text{заг}} - L_{\text{дем}}}{2} = \frac{54 - 50}{2} = 2 \text{ мм}.$$

2) По выбранной глубине резанья и шероховатости назначаем подачу $S=0,4-0,5$ мм/об

Выбираем значение подачи по паспортным данным станка $S=0,5$ мм/об.

3) Определяем скорость резанья при заданной стойкости резца, глубине резанья и подачи:

$$v_p = 105 \text{ м / мин (по справочнику).}$$

4) Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 40} = 835 \text{ об / мин}.$$

5) Корректируем частоту вращения шпинделя по станку:

$$n_{cm} = 800 \text{ об / мин.}$$

6) Определяем фактическое значение скорости:

$$v_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 800}{1000} = 100 \text{ м / мин.}$$

7) Определяем по справочнику силу резанья:

$$P_z = 2400 \text{ Н.}$$

8) Определяем мощность резанья:

$$N = \frac{P_z \cdot v_p}{1020 \cdot 60} = \frac{2400 \cdot 100}{1020 \cdot 60} = 3,92 \text{ кВт.}$$

Обработка на станке возможна если выполняется условие:

$$N \leq 1,3 \cdot N_{cm} \cdot \lambda$$

$$3,92 \leq 1,3 \cdot 11 \cdot 0,8$$

$$3,92 \leq 11,4$$

Условие выполняется, резание возможно.

9) Определяем основное технологическое время T_0 :

$$L = l_0 + l_1 + l_2 = 8 + 2 + 2 = 12 \text{ мм,}$$

где l_0 - длина обрабатываемой поверхности,

l_1 - величина врезания инструмента при точении,

l_2 - величина перебега инструмента.

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{12}{0,5 \cdot 800} \cdot 1 = 0,03 \text{ мин,}$$

где i - количество проходов.

10) Определяем минутную подачу:

$$S_{мин} = S \cdot n_{cm} = 0,5 \cdot 800 = 400 \text{ мм / мин}$$

Произведём расчёт обработки поверхности $\varnothing 40$ мм точением.

1) Глубина резанья:

$$t = \frac{D_{заг} - D_{дем}}{2} = \frac{44 - 40}{2} = 2 \text{ мм.}$$

- 2) По выбранной глубине резанья и шероховатости назначаем подачу $S=0,4-0,5$ мм/об

Выбираем значение подачи по паспортным данным станка $S=0,5$ мм/об.

- 3) Определяем скорость резанья при заданной стойкости резца, глубине резанья и подачи:

$$v_p = 105 \text{ м/мин (по справочнику).}$$

- 4) Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 44} = 702 \text{ об/мин.}$$

- 5) Корректируем частоту вращения шпинделя по станку:

$$n_{cm} = 630 \text{ об/мин.}$$

- 6) Определяем фактическое значение скорости:

$$v_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 630}{1000} = 87 \text{ м/мин.}$$

- 7) Определяем по справочнику силу резанья:

$$P_z = 2400 \text{ Н.}$$

- 8) Определяем мощность резанья:

$$N = \frac{P_z \cdot v_p}{1020 \cdot 60} = \frac{2400 \cdot 87}{1020 \cdot 60} = 3,41 \text{ кВт.}$$

Обработка на станке возможна если выполняется условие:

$$N \leq 1,3 \cdot N_{cm} \cdot \lambda$$

$$3,41 \leq 1,3 \cdot 11 \cdot 0,8$$

$$3,41 \leq 11,4$$

Условие выполняется, резание возможно.

- 9) Определяем основное технологическое время T_0 :

$$L = l_0 + l_1 + l_2 = 5 + 2 + 2 = 9 \text{ мм,}$$

где l_0 - длина обрабатываемой поверхности,

l_1 - величина врезания инструмента при точении,

l_2 - величина перебега инструмента.

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{9}{0,5 \cdot 630} \cdot 1 = 0,028 \text{ мин.}$$

где i - количество проходов.

10) Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{мин}} = S \cdot n_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 630 = 315 \text{ мм / мин}$$

4.9 Нормирование одной операции

Расчёт норм времени проводим для операции 010.

Время на установку и снятие детали в трехкулачковом патроне с пневмозажимом при массе детали до 1 кг:

$$T_{\text{уст.}} = 0,08 \text{ мин.}$$

Время на открепление и закрепление детали (способ крепления: рукояткой пневматического зажима при массе детали до 1 кг):

$$T_{\text{закр.}} = 0,024 \text{ мин.}$$

Время на включение/выключение станка кнопкой:

$$T_{\text{вкл.}} = 0,01 \text{ мин.}$$

Время на подвод и отвод инструмента к детали при обработке:

$$T_{\text{подв.}} = 0,025 \text{ мин.}$$

Время на измерение:

$$1) \text{ диаметра } \varnothing 36 \pm 0,06 \text{ мм} \quad T_{\text{изм1}} = 0,07 \text{ мин.}$$

$$2) \text{ длины детали } 50 \text{ мм} \quad T_{\text{изм2}} = 0,12 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$\begin{aligned} T_{\text{всп.}} &= T_{\text{уст.}} + T_{\text{закр.}} + T_{\text{вкл.}} + T_{\text{подв.}} + T_{\text{изм1}} + T_{\text{изм2}} = \\ &= 0,08 + 0,024 + 0,01 + 0,025 + 0,07 + 0,12 = 0,329 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{всп.}} + T_0 = 0,329 + 0,03 + 0,194 = 0,553 \text{ мин.}$$

Время на техобслуживание рабочего места (составляет 10% от оперативного времени):

$$T_{\text{тех.}} = 0,1 \cdot T_{\text{оп}} = 0,1 \cdot 0,553 = 0,0553 \text{ мин.}$$

Время на организационное обслуживание рабочего места (составляет 1,4% от оперативного времени):

$$T_{\text{орг.}} = 0,014 \cdot T_{\text{оп}} = 0,014 \cdot 0,553 = 0,008 \text{ мин.}$$

Время отдыха (составляет 7% от оперативного времени):

$$T_{\text{отдыха.}} = 0,07 \cdot T_{\text{оп}} = 0,07 \cdot 0,553 = 0,038 \text{ мин.}$$

Подготовительно заключительное время составляет $T_{\text{заключ.}} = 8 \text{ мин.}$

Штучно-калькуляционное время:

$$\begin{aligned} T_{\text{шт.к.}} = T_o &= T_{\text{всп.}} + T_{\text{тех.}} + T_{\text{орг.}} + T_{\text{отдыха.}} + T_{\text{заключ.}} / n = \\ &= 0,03 + 0,194 + 0,329 + 0,0553 + 0,008 + 0,038 + 8/100 = 0,734 \text{ мин,} \end{aligned}$$

где n- количество деталей в партии, шт.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Безопасность жизнедеятельности на производстве

Охрана труда — система законодательных актов, а также предупредительных и регламентирующих социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических и лечебно профилактических мероприятий, средств и методов, направленных на обеспечение безопасных условий труда [19].

Самое дорогое, что есть у каждого человека - это его жизнь и здоровье, которые неподвластны деньгам и другим богатствам. Благодаря этому охрана труда является важнейшей частью любой отрасли деятельности. Поэтому грамотная и разумная организация охраны труда является предпосылкой к уменьшению возможных рисков. Ни для кого не секрет, что сельское хозяйство является одной из самых травмоопасных отраслей экономики, и агропромышленный комплекс Республики Татарстан не исключение [24,25].

Каждый год, более половины всех несчастных случаев со смертельным исходом происходят в организациях и хозяйствах являющихся собственностью инвесторов [24], которые изначально заботятся только о вложении своих денежных средств на развитие той или иной сферы аграрного бизнеса, потому что в первую очередь их беспокоит вопрос о получении прибыли и мало заботятся о условиях труда работников, выделяя на это незначительные средства, даже не задумываясь о том, что именно простые рабочие приносят конечный результат в процессе производства сельскохозяйственной продукции.

Также значительные пробелы имеются в такой области охраны труда как регулярное обучение и проведение инструктажей [24,25], так как зачастую в организациях отсутствуют специалисты по охране труда. В хозяйствах так же используются средства индивидуальной и коллективной защиты не отвечающие требованиям охраны труда.

Нередко встречается такое явления, как сокрытие несчастного случая [25,26], допускаются грубые нарушения при рассмотрении несчастных случаев, во многих случаях не издаются приказы о формировании комиссии по расследованию случившегося.

Подводя итоги вышесказанному необходимо отметить острую необходимость в обеспечении контроля за соблюдением о проведении всех необходимых мероприятий по охране труда предприятиями создавая комиссии на уровне местного самоуправления и на республиканском уровне. Так же необходимо пересмотреть и ужесточить меры по привлечению руководителей предприятий к ответственности, в случаях обнаружения на предприятии грубых нарушений связанных с наличием опасных для работы факторов.

5.2 Безопасность в конструкции теплообменника ДВС

Конструкции и расположение резервуара для рабочей жидкости, насоса высокого давления и трубопроводов исключает попадание масла на оператора. Также их расположение исключает соприкосновения с подвижными частями двигателя, что предотвращает преждевременный выход из строя узлов системы.

Любое техническое обслуживание и ремонт должны выполняться квалифицированным обслуживающим персоналом в мастерских, имеющих соответствующее оборудование и оснастку.

Инструкция и техника безопасности при монтаже, демонтаже и обслуживании теплообменника

К работе допускаются квалифицированные специалисты, которые ознакомились с устройством и принципом работы теплообменника.

Перед установкой необходимо убедиться в совместимости рабочих органов устройства с трактором.

Перед началом установки необходимо принять необходимые меры по предотвращению скатывания трактора установив стояночный тормоз в рабочее положение и подставив под колеса башмаки.

При установке теплообменника на двигатель, к нему должны быть присоединены рабочие патрубки.

После монтажа всех теплообменника на место, производится установка резервуара и насоса, при этом двигатель не должен работать.

Следующим шагом является проведение патрубков соединяющих рабочие органы. Они не должны соприкасаться с движущимися узлами трактора и находиться вблизи нагреваемых элементов.

Установка и подключение электрооборудования к питанию трактора производится при выключенном двигателе для избежания поражения электрическим током.

В резервуар заливается жидкость соблюдением мер по исключению попадания грязи и пыли в резервуар.

Демонтаж проводится в обратной последовательностью с соблюдением всех правил техники безопасности.

Для снятия на ремонт теплообменника, при выключенном двигателе от амортизатора отсоединяются патрубки, которые закрываются защитными колпачками. Далее производится демонтаж теплообменника.

5.3 Инструкция и техника безопасности при стендовых испытаниях

Проверить исправность стенда, включив его в работу на холостом ходу. Убедиться в наличии заземления.

Перед началом испытания необходимо убедиться в отсутствии на поверхности теплообменника деформаций, повреждений, изгибов и так далее.

Проверить состояние патрубков и убедиться в отсутствии повреждений и изгибов закрывающих подачу жидкости.

Закрепить теплообменника на стенде, подсоединить патрубки.

Испытание проводить только за защитным экраном.

После проведения испытания выключить питание стенда. Произвести демонтаж теплообменника в обратном порядке.

Для возможности остановки испытания при возникновении непредвиденных ситуаций должно быть наличие рубильника аварийного выключения питания.

5.4 Инструкция по охране труда при эксплуатации трактора

К управлению и обслуживанию трактором допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальную подготовку и получившие в установленном порядке удостоверение на право управления трактором.

Все устраивающиеся на работу работники, независимо от предыдущего трудового стажа и вида работ, допускаются к работе только после прохождения медицинского осмотра, вводного и первичного (на рабочем месте) инструктажей с росписью в журнале регистрации проводимых инструктажей по охране труда. В дальнейшем рабочие проходят повторные инструктажи и проверку знаний по охране труда не реже одного раза в три месяца и периодические медицинские осмотры в соответствии с приказом Минздрава РФ.

Закрепление лиц за определенной машиной должно оформляться приказом.

Тракторист должен знать Правила внутреннего распорядка предприятия и точно их выполнять.

Тракторист должен работать в спецодежде, спецобуви, которую ему выдает руководитель.

При движении трактора по дорогам общего пользования и лесовозным дорогам необходимо придерживаться "Правил дорожного движения" Российской Федерации.

В процессе производственной деятельности на водителей влияют следующие опасные и вредные факторы:

- движущиеся машины и механизмы;
- горячая вода и пар;
- газы и другие токсичные вещества;
- легковоспламеняющиеся вещества;

- этилированный бензин;
- падение водителя из-за неосторожности при выходе из кабины;
- скользкие поверхности.

Машинист должен соблюдать личную гигиену. Не должен употреблять спиртные напитки до начала и во время работы. Не должен курить на рабочем месте. Не должен принимать пищу на рабочем месте.

Машинист должен знать сигналы оповещения о пожаре, знать правила поведения, знать место расположения средств для тушения пожара и уметь ими пользоваться. Запрещается использовать пожарный инвентарь для иных целей. В автомобиле обязательно должен быть исправный огнетушитель.

При выявлении неисправностей машины, оборудования, приспособлений и инструмента водителю необходимо сообщить о происшествии руководству предприятия в соответствии с установленным в организации порядком.

При возникновении несчастного случая, если потерпевший сам или с посторонней помощью не может дойти в лечебное учреждение (потеря сознания, поражение электрическим током, тяжелые ранения и переломы), водитель обязан доложить руководителю хозяйства, который обязан организовать доставку потерпевшего в лечебное учреждение. До прихода в лечебное учреждение оказать пострадавшему первую медицинскую помощь.

Водитель, допустивший нарушение требований инструкций по охране труда, может быть привлечен к дисциплинарной ответственности в соответствии с правилами внутреннего распорядка организации, а если эти нарушения связаны с нанесением материального ущерба организации, работник несет и материальную ответственность в установленном порядке.

Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы тракторист, обязан проверить техническую исправность узлов трактора который закреплен за ним:

- провести внешний осмотр трактора и прицепа, убедиться в отсутствии подтеканий топлива, воды, масла и амортизационной жидкости, утечек воздуха из тормозной системы. Обнаруженные дефекты устранить;

- проверить уровень технических жидкостей, при необходимости дозаправить;

- проверить ходовую часть трактора и измерить давления в шинах.

- лобовое стекло и зеркала заднего вида должны быть чистыми.

Одеть рабочую спецодежду и средства индивидуальной защиты в предусмотренном порядке.

Следует проверить наличие и исправность комплекта инструментов в

тракторе; инструмент следует содержать в специальном ящике или сумке для его хранения; необходимо убедиться в наличии набора первой помощи и средств пожаротушения.

Запустить двигатель и прогреть до рабочей температуры в 70-80 градусов и проверить:

- проверить работу гидроусилителя руля;

- проверить работу тормозной системы после наполнения ресиверов до необходимого давления;

- проверить работу контрольно-измерительных приборов;

- убедиться в исправности световых и звуковых сигналов и стеклоочистителей.

Перед каждым входом в кабину трактора водитель должен очистить обувь от грязи для предотвращения падения с подножки и соскальзывания ног с педалей управления.

Перед началом движения водитель должен убедиться в отсутствии вблизи машины людей и на пути движения, а перед тем как тронуться должен подать предупредительный сигнал и после этого начинать движение.

Требования безопасности во время работы

Подавая трактор задним ходом, необходимо двигаться на минимальной скорости, и быть в готовом остановить трактор в любой момент.

При движении запрещается сходить или подниматься в с/х машину; запрещается так же нахождение людей на них.

Запрещается перевозка людей в прицепах и полуприцепах

Тракторист должен следить за с/х агрегатом; если с/х агрегат раскреплен, необходимо прекратить движение.

Передавать управление трактором лицам, не закрепленным за данным трактором, запрещается.

Оставляя трактор без присмотра, следует принять меры по исключению его скатывания; исключить возможность проникновения в трактор посторонних лиц.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

При появлении от приборов сигнала о недостаточном давлении масла в двигателе или повышенной температуре охлаждающей жидкости, нужно сразу же остановить машину и выключить двигатель. Далее принять меры по устранению данных неисправностей, выставив перед этим знак аварийной остановки.

При возникновении возгорания трактор следует его немедленно остановить; следует накрыть бак и отсоединить аккумуляторную батарею; затем приступить к тушению загорания огнетушителем, песком, землей и чем либо еще, позволяющим закрыть очаг возгорания.

При дорожно-транспортном происшествии тракторист вызвавший несчастный случай, обязан:

- без промедления остановиться и не трогать с места автомобиль, а также другие предметы, имеющие отношение к эпизоду;

- немедленно должен сообщить о произошедшем в органы ГАИ и руководству предприятия;

- оказать пострадавшему первую медицинскую помощь и при необходимости вызвать скорую помощь;

- проследить за сохранностью обстановки происшествия до приезда

инспектора ГАИ; если произошедшее мешает проезду других транспортных средств, необходимо зафиксировать место остановки автомобиля и все детали имеющие отношение к случившемуся.

Тракторист должен уметь оказывать первую помощь. Такая помощь оказывается сразу, прямо на месте происшествия и в следующей последовательности: сначала нужно устранить источник травмирования. Оказание помощи необходимо начинать с самого главного, что угрожает здоровью или жизни человека. После оказания первой помощи пострадавшего необходимо направить в ближайшее лечебное учреждение.

Записать фамилии и адреса очевидцев происшествия и ожидать прибытия комиссии по расследованию ДТП, служащих ГИБДД и следственных органов.

Требования безопасности после окончания работы

Привести в порядок трактор; очистить кузов от остатков грязи.

Провести осмотр и при обнаружении неисправностей составить смену на проведение ремонта и поставить руководство в известность, сообщить механику.

Сообщить механику о всех замечаниях в работе трактора за весь рабочий день;

Трактор необходимо поставить на специально отведенное для это место.

По окончании работы тракторист передает трактор сменяющему или старшему по участку.

Снять спец одежду и убрать в шкаф, вымыть руки и лицо, при необходимости принять душ.

Поставить в известность старшего по участку об окончании рабочей смены.

5.5 Расчет заземления при испытании теплообменника

После изготовления теплообменника необходимо испытать его на стенде. При этом рабочий ток испытательного стенда доходит до 16 А, а значит необходимо обеспечить заземление испытательных стендов.

В качестве искусственного заземления будем использовать стальные пруты диаметром 8 мм и длиной 3 м. Для связи вертикальных электродов и в качестве независимого горизонтального электрода, применяем полосовую сталь сечением 4х12 мм.

Сопротивление растеканию тока с одиночного вертикального заземлителя находится по следующему выражению:

$$R_B = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \left(\lg \left(\frac{2 \cdot l}{d} \right) + 0,5 \cdot \lg \left(\frac{4t + l}{4t - l} \right) \right) \quad (5.1)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом $\times$ м ($\rho = 35 \text{ Ом} \cdot \text{м}$);

l – длина заземлителя, м;

d – диаметр заземлителя, м;

t – глубина заложения половины заземлителя, м;

$$R_B = 0,366 \cdot \frac{35}{3} \left(\lg \left(\frac{2 \cdot 3}{0,008} \right) + 0,5 \cdot \lg \left(\frac{4 \cdot 1 + 3}{4 \cdot 1 - 3} \right) \right) = 12,27 \text{ Ом}$$

Количество заземлителей определяется по формуле:

$$n = \frac{R_B}{R_3 \cdot h} \quad (5.2)$$

где R_3 – общее сопротивление протеканию тока с контура, ($R_3 = 4 \dots 4,4 \text{ Ом}$);

h – коэффициент применения вертикальных заземлителей без учета влияния соединительной полосы ($h = 0,75$);

$$n = \frac{12,27}{4,2 \cdot 0,75} = 3,89$$

Принимаем $n = 4$ шт.

5.6 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) — ситуация на определенной территории или акватории, сформировавшаяся в следствии аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, существенные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [20]. Под источником ЧС предполагается опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко разнесенную инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение новых средств поражения, в следствии чего произошла или может произойти ЧС.

Основной целью при обеспечении БЖ в ЧС является защита населения от современных средств поражения и последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, также деятельность народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

В районе ЧС проходят аварийно-спасательные и другие экстренные работы (АСДНР) — совокупность наиболее важных работ в районе ЧС, направленных на спасение жизней и сохранение здоровья людей, уменьшение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных утрат, а также на локализацию зон ЧС и прекращение действия их поражающих факторов [21].

Своевременное перемещение невоенизированных формирований в зону ведения работ может быть достигнуто только при необходимом транспортном обеспечении. Силами транспортного обеспечения являются в том числе предприятия агропромышленного комплекса.

Невоенизированные формирования первой и второй очереди доставляют в район ведения работ автомобильным транспортом, последующие – с использованием других видов транспорта.

При проведении АСДНР к технике предъявляются особые требования. Перед проведением таких работ необходимо провести очередное техническое обслуживание в полном объеме, необходимо провести тщательную герметизацию кабин тракторов и автомобилей.

Трактора могут применяться для эвакуации людей. Также трактора могут использоваться для помощи в устранении ЧС, для перевозки воды и других необходимых средств и оборудования [27].

После проведения работ необходимо произвести технико-лабораторный контроль техники, обследование людей для выявления дозы облучения от радиоактивных веществ, выявления присутствия отравляющих веществ и сильно действующих ядовитых веществ, произвести дезактивацию техники. Во время проведения работ водителям обязательно выдавать средства индивидуальной защиты и регламентировать время пребывания в районе проведения работ.

Предлагаемая конструктивная разработка – теплообменника – позволит улучшить характеристики использования ДВС. Это позволит лучше приспособить трактор к выполнению необходимых мероприятий по ликвидации результатов ЧС за счет возможности осуществлять большие объемы работы за меньшие сроки времени, что благоприятно скажется на сроках устранения последствий ЧС и интенсивности ведения работ.

6. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

6.1 Анализ влияния агропромышленного комплекса республики Татарстан на состояние окружающей среды

По уровню социально-экономического развития Республика Татарстан входит в группу российских регионов с высоким уровнем развития. В связи с этим качество окружающей среды в регионе во многом определяется наличием предприятий и развитием промышленной отрасли, во многом определяющих уровень развития экономики.

Таблица 6.1 –Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, тыс.т. [22]

Отрасль промышленно- сти	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Сельское хозяйство	2,3	2,8	3,3	3,7
Топливная	145,8	139,3	144,4	152,3
Химическая	46,6	44,0	41,1	41,7
Теплоэнергетика	39,4	41,8	34,7	38,7
Машиностроение	14,8	9,4	14,8	12,8

По данным таблицы 6.1 видно, что агропромышленный комплекс Республики Татарстан оказывает значительно меньшее влияние на загрязнение атмосферного воздуха. Но все же учитывая небольшую тенденцию к росту выбросов от сельского хозяйства, можно предположить, что это связано с ростом энергозатрат на увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции, сопровождающееся увеличением выхлопных газов от мобильной сельскохозяйственной техники, а так же

грузового автотранспорта.

Свою лепту сельское хозяйство больше вносит в другой природный ресурс – подземные воды. Так например по данным на 2019 год к основным причинам

загрязнения поверхностных вод относится: (32,4%) связано с нерациональным водоотбором и (28,5%) воздействием объектов сельскохозяйственной отрасли. 22,4% очагов загрязнения связаны с деятельностью объектов занятых коммунальной сферой, на долю же промышленных предприятий приходится 15,4% очагов [22]. Такое большое влияние деятельности сельского хозяйства на качество подземных вод обусловлено прежде всего внесением минеральных удобрений и обработкой растений пестицидами и другими химикатами в больших объемах.

Что касается земельного фонда, наблюдается увеличение плотности у почв легкого механического состава в слое 10-40 см. В сильно уплотненной почве нарушаются микробиологические процессы, в почвенном воздухе недостаточно кислорода, накапливаются вредные для корней растений соединения, ухудшающие плодородие почв.

6.2 Предлагаемые мероприятия по защите окружающей среды

В соответствии с требованиями Федерального закона «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ при осуществлении хозяйственной и иной деятельности должны быть предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному применению и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности [18].

Деятельность различных предприятий должна исполняться в соответствии с «Системой стандартов в сфере охраны природы и улучшения использования природных ресурсов», которая содержит следующие государственные стандарты и нормативные акты:

- 1) ГОСТ 17.0.0.01-76 "Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения".
- 2) ГОСТ 17.1.1.01-77* (СТ СЭВ 3544-82) "Охрана природы.

Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения"

- 3) ГОСТ 17.1.1.04-80 "Охрана природы. Гидросфера. Классификация подземных вод по целям водопользования"
- 4) ГОСТ 17.2.1.01-76* " Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу"
- 5) ГОСТ 17.2.3.01-86 "Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов"
- 6) ГОСТ 17.2.3.02-78 "Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями"
- 7) ГОСТ Р ИСО 14004-98 "Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования"
- 8) Законом РФ «Об охране атмосферного воздуха» № 96-ФЗ от 13.12.2005г.
- 9) Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 22 августа 2004 года)
- 10) Водный кодекс Российской Федерации (в ред. Федеральных законов от 04.12.2006 N 201-ФЗ, от 19.06.2007 N 102-ФЗ, от 14.07.2008 N 118-ФЗ)

Кроме того, деятельность хозяйствующих субъектов регулируется республиканским законодательством. В частности Экологическим кодексом РТ от 15 января 2009 г. № 5–ЗРТ с изменениями от 12.05.2010 (Закон РТ № 20-ЗРТ «О внесении изменений в Экологический кодекс РТ от 15 января 2009 г. № 5–ЗРТ»).

Для выполнения условий законодательства в сфере охраны окружающей среды необходимо особенно тщательно следить за техническим состоянием мобильных машин в АПК. Следить за герметичностью масло- и топливопроводов, состоянием топливной аппаратуры, правильными установками углов опережения зажигания. Необходимо уделять внимание комплектованию МТА, поскольку это в конечном итоге влияет на уплотнение почвы и изменение ее структуры. Необходимо вовремя очищать и заменять все фильтрующие элемен-

ты на машинах. Отработанные технические жидкости утилизировать согласно действующему законодательству.

Предлагаемая в работе конструкция – гидравлического амортизатора с регулируемыми характеристиками – позволит несколько снизить расход топлива мобильными машинами за счет сокращения времени езды по плохим дорогам на низших передачах, что приведет к сокращению времени пути, а следовательно к сокращению общего расхода, и в конечном итоге – к сокращению выбросов в атмосферу.

7. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТЫ

7.1 Экономическое обоснование технологии применения конструкции

Одним из важнейших показателей, отражающих эффективность внедрения и использования новых или усовершенствованных конструкций является анализ его экономических показателей. Об экономической эффективности внедрения новой конструкции можно судить по снижению трудоемкости изготовления и эксплуатации, по повышению производительности и качества конструкции, по уменьшению эксплуатационных затрат. Исходя из этого, применение конструкций, более эффективных с точки зрения технико-экономических показателей имеет важное значение, так как снижение издержек производства и увеличение производительности, позволяет увеличить конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции.

Масса конструкции определяется по формуле [4]:

$$G = (G_K + G_T) \cdot K, \quad (7.1)$$

где G_K – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_T – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K = 1,05 \dots 1,15$) [4].

Подставляя числовые значения в формулу (7.1), получим:

$$G = (2,385 + 0,535) \cdot 1,10 = 3,21 \text{ кг.}$$

Таблица 7.1 – Расчет массы сконструированных деталей

Наименование детали и материала	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг	Количество деталей, шт	Общая масса, кг
Корпус теплообменника, сталь	183,01	7,8·10 ⁻³	2,431	1	2,431
Крышка передняя, сталь	71,69	7,8·10 ⁻⁴	0,566	1	0,566
Разделительная перегородка поршень, сталь	3,68	7,8·10 ⁻⁵	0,0288	1	0,0288
Фиксатор, сталь	16,07	7,8·10 ⁻⁶	0,125	1	0,125
Теплообменник, медь	120,9	3,28·10 ⁻⁷	1,20	1	1,20
Втулки в проушинах, резина	7,03	1,28·10 ⁻³	0,009	2	0,018
Втулки пальца крепления, сталь	2,69	7,8·10 ⁻⁷	0,021	2	0,042
Уплотнительное кольцо поршня, резина	1,85	1,28·10 ⁻³	0,0024	2	0,0048
Сальник штока, резина	1,29	1,28·10 ⁻³	0,0016	2	0,0032
Кольцо, сталь	1,5	7,8·10 ⁻⁷	0,011	1	0,011

Определение балансовой стоимости новых конструкций производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по сопоставимости

массы [4]:

$$C_{\sigma 1} = \frac{C_{\sigma 0} \cdot G_1 \cdot \sigma}{G_0}, \quad (7.2)$$

где $C_{\sigma 0}$, $C_{\sigma 1}$ – соответственно балансовая стоимость существующей и проектируемой конструкции, руб;

G_0, G_I – соответственно масса существующей и проектируемой конструкции, кг;

σ – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($\sigma = 0,90 \dots 0,95$) [4].

Подставляя числовые значения в формулу (8.2) , получим:

$$C_{\sigma 1} = \frac{1440 \cdot 3,22 \cdot 0,9}{2,29} \approx 1875 \text{ руб.}$$

Расчет технико-экономических показателей конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету, сведем все исходные данные в таблицу

7.2

Таблица 7.2 – Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемый	Базовый
Масса конструкции, кг	3,22	2,92
Балансовая стоимость, руб	1440	1875
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	5	5
Тарифная ставка, руб/час	120	120
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	7,7	7,5
Годовая загрузка конструкции, ч	1350	1350

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности. При расчетах показатели базового варианта обозначаются X_0 , а проектируемого – X_1 .

Часовая производительность конструкции определяется по формуле:

$$W_q = \frac{5,0 \cdot F_y}{\sqrt{\tau}} \cdot \sqrt{\Delta p} \cdot \gamma, \quad (7.3)$$

где F_y , – площадь проходного сечения, м²;

τ – коэффициент сопротивления ($\tau = 0,0121$) [4];

Δp – перепад давлений, кгс/см² ($\Delta p = 0,5$ кгс/см²) [4];

γ – удельный вес жидкости, кг/см³ ($\Delta p = 8,5$ кг/см³) [4].

Подставляя числовые значения в формулу (8.3), получаем:

$$W_q^{X0} = \frac{5,0 \cdot 0,00000475}{\sqrt{0,0121}} \cdot \sqrt{0,5} \cdot 8,5 = 1,315 \cdot 10^3 \text{ см}^3;$$

$$W_q^{X1} = \frac{5,0 \cdot 0,00000502}{\sqrt{0,0121}} \cdot \sqrt{0,5} \cdot 8,5 = 1,372 \cdot 10^3 \text{ см}^3.$$

Металлоемкость продукции определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_q \cdot T_{год} \cdot T_{ед}}, \quad (7.4)$$

где G – масса конструкции, кг;

W_q – часовая производительность конструкции, ед/час;

$T_{год}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{ед}$ – срок службы конструкции, лет.

Подставляя числовые значения в формулу (8.4), получаем:

$$M_e^{X0} = \frac{3,22}{1,315 \cdot 10^3 \cdot 1350 \cdot 5} \approx 3,62 \cdot 10^{-3} \text{ кг/ед.}$$

$$M_e^{X1} = \frac{2,92}{1,372 \cdot 10^3 \cdot 1350 \cdot 5} \approx 3,15 \cdot 10^{-3} \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\delta}}{W_q \cdot T_{\text{зод}}}, \quad (7.5)$$

где C_{δ} – балансовая стоимость конструкции, руб;

Подставляя числовые значения в формулу (8.5), получаем:

$$F_e^{x0} = \frac{1440}{1,315 \cdot 10^3 \cdot 1350} \approx 0,811 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед};$$

$$F_e^{x1} = \frac{1175}{1,372 \cdot 10^3 \cdot 1350} \approx 0,634 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед}.$$

Трудоемкость процесса находится из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_q}, \quad (7.6)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

Подставляя числовые значения в формулу (8.6), получаем:

$$T_e^{x0} = \frac{1}{1,315 \cdot 10^3} \approx 0,760 \cdot 10^{-3} \text{ чел} \cdot \text{ч/ед}.$$

$$T_e^{x1} = \frac{1}{1,372 \cdot 10^3} \approx 0,728 \cdot 10^{-3} \text{ чел} \cdot \text{ч/ед}.$$

Себестоимость работ определяется по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{пто}} + A, \quad (7.7)$$

Затраты на заработную плату определяются по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z_q \cdot T_e, \quad (7.8)$$

где Z_q - часовая тарифная ставка, руб.

$$C_{\text{зп}}^0 = 120 \cdot 760 \cdot 10^{-3} = 60,8 \cdot 10^{-3} \text{ руб / ед}$$

$$C_{\text{зп}}^1 = 120 \cdot 728 \cdot 10^{-3} = 58,24 \cdot 10^{-3} \text{ руб / ед}$$

Затраты на ремонт и ТО определяются по формуле:

$$C_{\text{пто}} = \frac{C_{\delta} \cdot H_{\text{пто}}}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{зод}}}, \quad (7.9)$$

где $H_{\text{пто}}$ – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{PTO}^{x0} = \frac{1440 \cdot 7,7}{100 \cdot 1,315 \cdot 10^3 \cdot 1350} = 0,062 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед.}$$

$$C_{PTO}^{x1} = \frac{1175 \cdot 7,5}{100 \cdot 1,372 \cdot 10^3 \cdot 1350} = 0,047 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции вычисляются по формуле:

$$A = \frac{C_{\bar{o}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (7.10)$$

где a – норма амортизации, %.

$$A^{x0} = \frac{1440 \cdot 10}{100 \cdot 1,315 \cdot 10^3 \cdot 1350} = 0,081 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед.}$$

$$A^{x1} = \frac{1175 \cdot 10}{100 \cdot 1,372 \cdot 10^3 \cdot 1350} = 0,063 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед.}$$

По литературным источникам известно, что оптимальный тепловой режим работы двигателя обеспечивает 1-2% экономии топлива.

Если принимать часовой расход топлива $G_{\text{час}} = 10 \text{ кг/час}$ и стоимость топлива $H = 45 \times 0,85 = 38,25 \text{ руб/кг}$, то экономия топлива дает эффект за час работы:

$$H_{\text{час}} = 38,25 \cdot 0,02 = 0,765 \text{ руб/час}$$

Запишем окончательные числовые значения для формулы (8.7):

$$S^{x0} = (60,8 + 0,062 + 0,081) \cdot 10^{-3} = 60,94 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед.}$$

$$S^{x1} = (58,24 + 0,047 + 0,063 - 0,765) \cdot 10^{-3} = 57,35 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (7.11)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (60,94 - 57,35) \cdot 10^{-3} \cdot 1,372 \cdot 10^3 \cdot 1350 = \approx 4803 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$C_{прив} = S + E_H \cdot F_e = S + E_H \cdot F_e, \quad (7.12)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

F_e – фондоемкость процесса, руб/ед;

$$C_{прив0} = 60,94 \cdot 10^{-3} + 0,15 \cdot 0,811 \cdot 10^{-3} = 61,06 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед.}$$

$$C_{привд} = 58,35 \cdot 10^{-3} + 0,15 \cdot 0,634 \cdot 10^{-3} = 58,44 \cdot 10^{-3} \text{ руб/ед.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - E_H \cdot \Delta k, \quad (7.13)$$

k – удельные капитальные вложения, руб/ед.

$$E_{год} = 4803 - 0,17 \cdot 58,44 \cdot 10^{-3} = 4802 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости (в годах) капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (7.14)$$

$$T_{ок} = \frac{1175}{4843} \approx 0,24 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_{б}}, \quad (7.15)$$

$$E_{эф} = \frac{4803}{1175} \approx 4,12.$$

Сведем все полученные показатели в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
2	3	4	5
Часовая производительность, см ³ /час	$1,315 \cdot 10^3$	$1,372 \cdot 10^3$	104,3
Фондоемкость процесса, руб/ед	$8,11 \cdot 10^{-4}$	$6,34 \cdot 10^{-4}$	78,1
Металлоемкость процесса, кг/ед	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$3,15 \cdot 10^{-3}$	87,5
Трудоемкость процесса, чел·ч/ед	$0,760 \cdot 10^{-3}$	$0,726 \cdot 10^{-3}$	95,5
Уровень эксплуатационных затрат, руб/ед.	$60,94 \cdot 10^{-3}$	$58,35 \cdot 10^{-3}$	95,7
Уровень приведенных затрат, руб/ед	$61,06 \cdot 10^{-3}$	$58,44 \cdot 10^{-3}$	95,7
Годовая экономия, руб	-	4803	-
Годовой экономический эффект, руб	-	4802	-
Срок окупаемости капитальных сложений, лет	-	0,24	-
Коэффициент эффективности капиталь- ных вложений	-	4,12	-

Анализируя данные таблицы 7.3 можно прийти к выводу о эффективности применения предлагаемой конструкции. Следует так же учесть, что расчет приведет по отношению к эффекту от одного амортизатора, следовательно, в зависимости от конструктивных особенностей подвесок автомобилей количество амортизаторов будет разным от двух и выше.

ВЫВОДЫ

1. Обеспечение АПК страны высокоэффективной техникой является важной народнохозяйственной задачей, которая напрямую влияет на себестоимость производимой продукции.

2. Значительная часть тракторного парка АПК республики Татарстан физически устаревшая. Так например около 50% тракторов имеют возраст более 8 лет, что не может не сказываться на величине производственных затрат.

3. При проектировании теплообменника были проанализированы основные достоинства и недостатки существующих конструкций, определена схема конструкции и его основные параметры.

4. Произведены необходимые конструктивные расчеты, составлен сборочный чертеж конструкции и рабочие чертежи деталей.

5. Произведены расчеты технико-экономических показателей, из которых видно, что внедрение данной конструкции дает годовой экономический эффект на единицу изделия 4802 рубля, а срок окупаемости составляет 2,4 месяца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сведения о наличии, состоянии сельскохозяйственной техники и поступлении топлива на 1 января 2010-2016 года. / Министерство сельского хозяйства и Продовольствия Республики Татарстан. Государственное унитарное предприятие республиканский информационно-вычислительный центр.
2. Годовой отчет о наличии и возрастном составе сельскохозяйственной техники на 1 января 2010-2016 года. / Министерство сельского хозяйства и Продовольствия Республики Татарстан. Государственное унитарное предприятие республиканский информационно-вычислительный центр.
3. Булгариев Г.Г., Методические указания по анализу хозяйственной деятельности предприятий в дипломных проектах (для студентов ИМ и ТС). / Г.Г. Булгариев; Р.К. Абдрахманов; М.Н. Калимуллин; Н.В. Булатова. – Казань, 2011. – 21-25 с.
4. Булгариев Г.Г., Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. – Казань: 2009.
5. Республика Татарстан. Транспорт и связь // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Татарстан. URL:http://tatstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/tatstat/ru/statistics/enterprises/transport/ (Дата обращения: 10.03.2016).
6. Н.В. Барановский, Л.М. Коваленко "Пластинчатые и спиральные теплообменники"; Бажан П. И "Справочник по теплообменным аппаратам" 2003 – с. 472 .
7. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. Пластинчатые и спиральные теплообменники. М.: Машиностроение, 1973. - 288 с.
8. Машиностроение. Энциклопедия //Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков и др.; Под общ. ред. А.А. Александрова и Н.А. Иващенко. — М.: Машиностроение, 2013. - 784 с.

9. Салова Т.Ю. Кудласевич А.А. Метод оценки тепломассообменных процессов энергетических установок //Словацкий международный научный журналСловакия. Slovak international scientific journal Partizanska, 1248/2 Bratislava, Slovakia 811 03 email: info@sis-journal.com site: <http://sis-journal.com> 2016, №1, с.64-67.
- 10.Государственные доклады о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан за 2016 год // Официальный сайт Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. URL: <http://eco.tatarstan.ru/>
- 11.Панов А. А. и др. Обработка металлов резанием. М: Машиностроение, 1988. 736 с.
- 12.<http://www.uralsi.ru>
- 13.<http://www.mrmz.ru>
- 14.<http://www.freepatent.ru/patent>