

ВВЕДЕНИЕ

В данном дипломном проекте разработан технологический процесс и произведен подбор оборудования для ремонта ТНВД дизеля типа 10Д100, а так же ремонтного производства топливного отделения.

Произведен расчет контингента работников топливного отделения и производственной программы ремонта, назначение данного отделения, определено количество потребного оборудования и площадь отделения по ремонту топливной аппаратуры. Выполнен расчет энергетических ресурсов, разработан план отделения и себестоимость ремонта.

Так же в данном дипломном проекте раскрыты такие вопросы, как основные неисправности ремонтируемой единицы и составление технологической схемы ремонта. Предусмотрен порядок работы по разборке ТНВД дизеля типа 10Д100, разработан чертеж специального оборудования и описана работа этого оборудования.

В разделе по охране труда выявлены опасные производственные факторы при ремонте топливной аппаратуры, разработаны мероприятия по улучшению условий труда, произведен расчет механической вытяжной вентиляционной установки.

Приведены маршрутные карты, технические инструкции и карты эскизов. Представлена графическая часть дипломного проекта.

1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ10У ПО ЦИКЛУ ТР-3

1.1 Проектирование технологического процесса ремонта топливных насосов высокого давления

1.1.1 Основные неисправности ремонтируемой сборочной единицы тепловоза

Топливная аппаратура должна обеспечивать впрыскивание точно дозированной цикловой подачи топлива, качественное распыливание топлива на всех эксплуатационных режимах дизеля, включая малые нагрузки и холостой ход, стабильные параметры процесса впрыскивания топлива и надежность в течение длительной эксплуатации. Так как топливная аппаратура выполняет весьма точные функции в обеспечении нормальной работы дизеля, то прецизионные детали ее изготавливают с большой точностью, а в сопряжениях допускают зазоры не более 2,0–3,0 мкм.

Качество работы топливной аппаратуры во многом зависит от состояния прецизионных пар: плунжерной пары, нагнетательного клапана топливного насоса высокого давления (клапана и его седла) и распылителя форсунки (иглы и корпуса). Детали прецизионных пар тщательно подгоняют друг к другу и разуконплектование их не допускается. При недостаточной чистке топлива фильтрами твердые частицы, проходя вместе с топливом под высоким давлением и с большой скоростью через малые зазоры, изнашивают прецизионные пары, вследствие чего нарушается нормальная работа топливной аппаратуры, и ухудшаются технико-экономические показатели дизеля.

Чаще других в эксплуатации встречаются следующие неисправности топливных насосов: износ плунжерной пары, нагнетательного клапана и зубчатой рейки; излом плунжера и трещины в гильзе; повреждение плунжера и гильзы коррозией и кавитацией; зависание (заклинивание) плунжера в гильзе; излом и потеря

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						6

упругости пружины плунжера и нагнетательного клапана; пропуск топлива между сопрягаемыми деталями.

К наиболее ответственным деталям топливного насоса относятся: плунжерная пара, нагнетательный клапан и их пружины. Пригодность плунжерной пары к дальнейшей работе устанавливают по внешнему виду и размеру износа ее прецизионных поверхностей. Прецизионные поверхности плунжера и гильзы должны быть зеркальны с едва заметными продольными штрихами. Детали плунжерных пар изнашиваются неравномерно: у плунжера в большей степени изнашивается золотниковая часть около верхней и отсечной кромок, у гильзы – в районе впускного и отсечного окон. Детали плунжерных пар заменяют при следующих дефектах: завалы на торцевой и отсечной кромках плунжера, глубокие риски, натирывы и коррозия на прецизионных поверхностях плунжера и гильзы, трещина в теле гильзы. При отсутствии внешних дефектов, по которым бракуется плунжерная пара, проверяют износ ее прецизионных поверхностей интегральным способом – на стенде по плотности, измеряемой в секундах.

Форсунка предназначена для впрыска дизельного топлива в цилиндры дизеля, от качества ее работы зависит подача топлива в цилиндры, качество распыла топлива, экономичная работа дизеля и его мощность. Форсунка должна сообщать струям топлива, входящим в цилиндр дизеля, соответствующее направление с учетом формы камеры сгорания и обеспечивать хороший распыл. В тепловозных дизелях применяют только форсунки закрытого типа. Стенд для испытания форсунок приведен на первом листе графической части дипломного проекта.

Ухудшение распыливания вызывается чаще всего нарушением герметичности запорного конуса распылителя, а иногда заеданием (прихватыванием) иглы в корпусе распылителя. Плохо распыленное топливо полностью не сгорает, часть его попадает в масло, способствует образованию нагара на поршне и кольцах, окнах гильз цилиндров и на сопловом наконечнике. Внешним признаком плохого распыления топлива форсункой может служить повышенная дымность отработанных газов дизеля.

1.1.2 Составление технологической схемы ремонта сборочной единицы тепловоза

Структурная схема технологического процесса ремонта представляет собой графическое выражение связей всех операций технологического процесса ремонта. Данная структурная схема является базовым документом для составления маршрутной карты, так как на ней уже увязаны как сами операции, так и технологическая последовательность их выполнения. Структурная схема представлена на рисунке 1.1.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						8

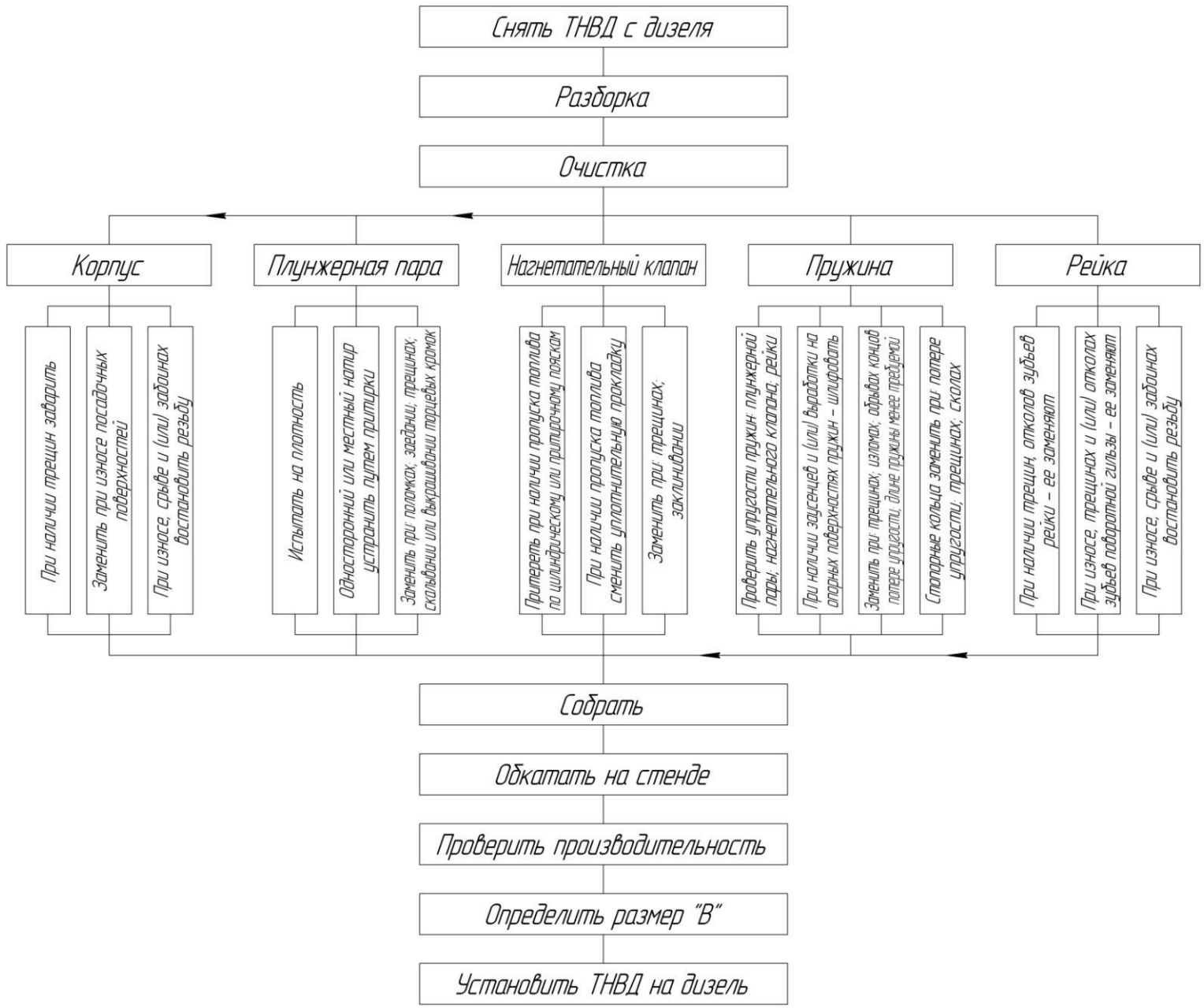


Рисунок 1.1 – Структурная схема ремонта ТНВД

1.1.3 Разработка технологических документов по ремонту (маршрутной карты, технологической инструкции, карты эскизов и др.)

Маршрутная карта предназначена для описания технологического процесса ремонта сборочной единицы, включая контроль и перемещение по всем операциям, различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке, материальных нормативах и трудовых зарплатах. Маршрутная карта заполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1105–84, на формах 2 и 16 (ГОСТ 3.1118–82). Маршрутные карты представлены в приложении А.

Технологическая инструкция предназначена для описания технологических процессов, методов и приемов повторяющихся при ремонте деталей сборочной единицы. Технологическая инструкция заполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1105–84, на формах 5 и 5а (ГОСТ 3.1105–84). Технологические инструкции представлены в приложении А.

Карта эскизов является графическим документом, содержащим эскизы, схемы и таблицы и предназначена для пояснения выполнения технологического процесса ремонта деталей сборочной единицы, включая контроль и перемещение. Карта эскизов заполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1105–84, на формах 7 и 7а (ГОСТ 3.1105–84). Карта эскизов представлена в приложении А.

За всеми приложениями и графической частью писать на: gorikkk@yandex.ru

1.2 Проектирование специального оборудования для ремонта топливных насосов высокого давления

1.2.1 Расчет и разработка чертежей стенда А53М

В депо для проверки плунжерной пары на плотность используют стенде А53.

Для получения более точного значения плотности (времени падения груза) и уменьшение трудоемкости операции предлагаем внести ряд усовершенствований в существующий стенд А53. Такие усовершенствования реализованы в конструкции стенда А53М. Конструктивно стенд А53М отличается от конструкции стенда А53 тем, что там введены: пульт управления с электронным секундомером, электрический привод с зубчатой передачей для подъема груза, электромагнитный контактор и электрические соединения, обеспечивающие работу оборудования. Произведем расчет электрического привода с зубчатой передачей.

Для приведения в движение зубчатой передачи используем двигатели с повышенным скольжением АИРС90L2. Электрические параметры и масса электродвигателя приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Электрические параметры и масса электродвигателя

Тип	Параметры				
	Мощность, кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	КПД, %	cos φ	Масса, кг
АИРС90L2	0,3	2750	80	0,86	19

Произведем расчет редуктора.

Общее передаточное отношение редуктора определяется по формуле

$$i_{\text{общ}} = \frac{n_{\text{эд}}}{n_{\text{вых}}}, \quad (1.1)$$

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11
-----	------	----------	---------	------	--	----

= —

где $n_{эд}$ – номинальная частота вращения электродвигателя, об/мин;

$$n_{эд} = 2750 \text{ об/мин};$$

$n_{вых}$ – частота вращения выходного вала, об/мин; для быстрого приведения станда в рабочее состояние принимаем $n_{вых} = 15$ об/мин.

Тогда

$$i_{общ} = \frac{2750}{15} = 183 .$$

Определим общее число ступеней.

Принимаем, что в редукторе прямозубые цилиндрические колеса, так как они проще в изготовлении, дешевые и у них высокий КПД

$$n = 1,14 \lg i_{общ} , \quad (1.2)$$

$$n = 1,14 \cdot \lg 183 = 2,58 .$$

Принимаем $n = 3$.

Расчетное передаточное отношение определяется по формуле

$$i_p = \sqrt[3]{i_{общ}} , \quad (1.3)$$

$$i_p = \sqrt[3]{183} = 5,68 .$$

В целях уменьшения погрешностей желательно на все ступени назначить большее передаточное отношение, это необходимо делать за счет 1-х ступеней, что в свою очередь приведет к уменьшению приведенного момента инерции редуктора.

Разделим общее передаточное отношение по всем ступеням.

Принимаем $i_{1,2} = 5$; $i_{3,4} = 5,68$

$$i_{5,6} = \frac{i_{общ}}{i_{1,2} i_{3,4}} , \quad (1.4)$$

$$i_{5,6} = \frac{183}{5 \cdot 5,68} = 6,44.$$

Определим число зубьев в колесах редуктора.

Принимаем $Z_1 = Z_3 = Z_5 = 17$ зубьев.

$$Z_2 = Z_1 i_{1,2}, \quad (1.5)$$

$$Z_2 = 17 \cdot 5 = 85 \text{ зубьев.}$$

$$Z_4 = Z_3 i_{3,4}, \quad (1.6)$$

$$Z_4 = 17 \cdot 5,68 = 96 \text{ зубьев.}$$

$$Z_6 = Z_5 i_{5,6}, \quad (1.7)$$

$$Z_6 = 17 \cdot 6,44 = 110 \text{ зубьев.}$$

Сравним со стандартными рядами

$$Z_1 = Z_3 = Z_5 = 17; Z_2 = 85; Z_4 = 96; Z_6 = 110.$$

Определим частоту вращения каждого вала привода

Для первого вала

$$n_1 = n_{эд} = 2750 \text{ об/мин.} \quad (1.8)$$

Для второго вала

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{1,2}}, \quad (1.9)$$

$$n_2 = \frac{2750}{5} = 550 \text{ об/мин.}$$

Для третьего вала

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{3,4}}, \quad (1.10)$$

$$n_3 = \frac{550}{5,68} = 97 \text{ об/мин.}$$

Для четвертого вала

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{5,6}}, \quad (1.11)$$

$$n_4 = \frac{97}{6,44} = 15 \text{ об/мин.}$$

Рассчитаем мощности на валах

Для первого вала

$$N_1 = N_{эл} = 0,3 \text{ кВт.} \quad (1.12)$$

Для второго вала

$$N_2 = N_1 \eta_1 \eta_2, \quad (1.13)$$

где η_1 – КПД зубчатого зацепления с цилиндрическими колесами; $\eta_1 = 0,97$;

η_2 – КПД, учитывающий потери в паре подшипников качения; $\eta_2 = 0,99$

. Тогда

$$N_2 = 0,3 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 0,29 \text{ кВт.}$$

Для третьего вала

$$N_3 = N_2 \eta_1 \eta_2^2, \quad (1.14)$$

$$N_3 = 0,29 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 0,27 \text{ кВт.}$$

Для четвертого вала

$$N_4 = N_3 \eta_1 \eta_2^3, \quad (1.15)$$

$$N_4 = 0,27 \cdot 0,97 \cdot 0,99^3 = 0,25 \text{ кВт.}$$

Определяем крутящие моменты на валах.

Для первого вала

$$T_1 = \frac{N_1 \cdot 10^3 \cdot 60}{2 \pi n_1}, \quad (1.16)$$

$$T_1 = \frac{0,3 \cdot 10^3 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 2750} = 0,11 \text{ Н·м.}$$

Для второго вала

$$T_2 = T_1 i_{1,2}, \quad (1.17)$$

$$T_2 = 0,11 \cdot 5 = 0,55 \text{ Н·м.}$$

Для третьего вала

$$T_3 = T_2 i_{3,4}, \quad (1.18)$$

$$T_3 = 0,55 \cdot 5,68 = 3,12 \text{ Н·м.}$$

Для четвертого вала

$$T_4 = T_3 i_{5,6}, \quad (1.19)$$

$$T_4 = 3,12 \cdot 6,44 = 20,09 \text{ Н·м.}$$

Определим ориентировочно диаметры всех валов редуктора по формуле

$$d_i = \sqrt[3]{\frac{T_i}{0,2 \tau}}, \quad (1.20)$$

где T_i – крутящий момент на i -м валу, Н·м;

$\tau_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение кручения, Па; $\tau_{\text{доп}} = 12 \cdot 10^6$ Па.

Ориентировочный диаметр первого вала

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{0,11}{0,2 \cdot 12 \cdot 10^6}} = 0,004 \text{ м.}$$

Ориентировочный диаметр второго вала

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{0,55}{0,2 \cdot 12 \cdot 10^6}} = 0,006 \text{ м.}$$

Ориентировочный диаметр третьего вала

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{3,12}{0,2 \cdot 12 \cdot 10^6}} = 0,011 \text{ м.}$$

Ориентировочный диаметр четвертого вала

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{20,09}{0,2 \cdot 12 \cdot 10^6}} = 0,020 \text{ м.}$$

Произведем расчет зубчатого колеса привода зубчатого сектора.

Определим передаточное число по формуле

$$i_{7,8} = \frac{\omega_7}{\omega_8}, \quad (1.21)$$

где ω_7 – угловая скорость зубчатого колеса, рад/с; $\omega_7 = 1,57$ рад/с;

ω_8 – – угловая скорость зубчатого сектора, рад/с; $\omega_8 = 0,375$ рад/с.

$$i_{7,8} = \frac{1,57}{0,375} = 4,2.$$

Определим число зубьев

Принимаем $Z_7 = 17$ зубьев.

$$Z_8 = Z_7 i_{7,8}, \quad (1.22)$$

$$Z_8 = 17 \cdot 4,2 = 71 \text{ зуб.}$$

Определим мощность и крутящий момент

$$N_5 = N_4 \eta_1, \quad (1.23)$$

$$N_5 = 0,25 \cdot 0,97 = 0,24 \text{ кВт.}$$

$$T_5 = T_4 i_{7,8}, \quad (1.24)$$

$$T_5 = 20,09 \cdot 4,2 = 84,38 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Стенд А53М для испытания плунжерных пар на плотность представлен на втором листе графической части проекта.

Электрическая схема стенда А53М представлена на рисунке 1.2.

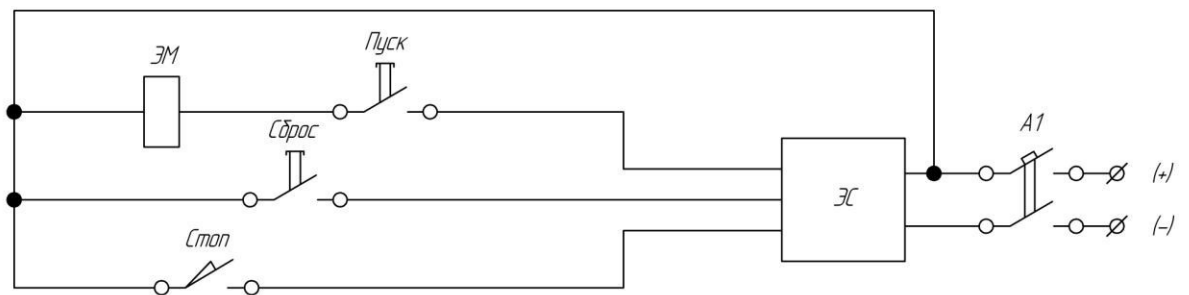
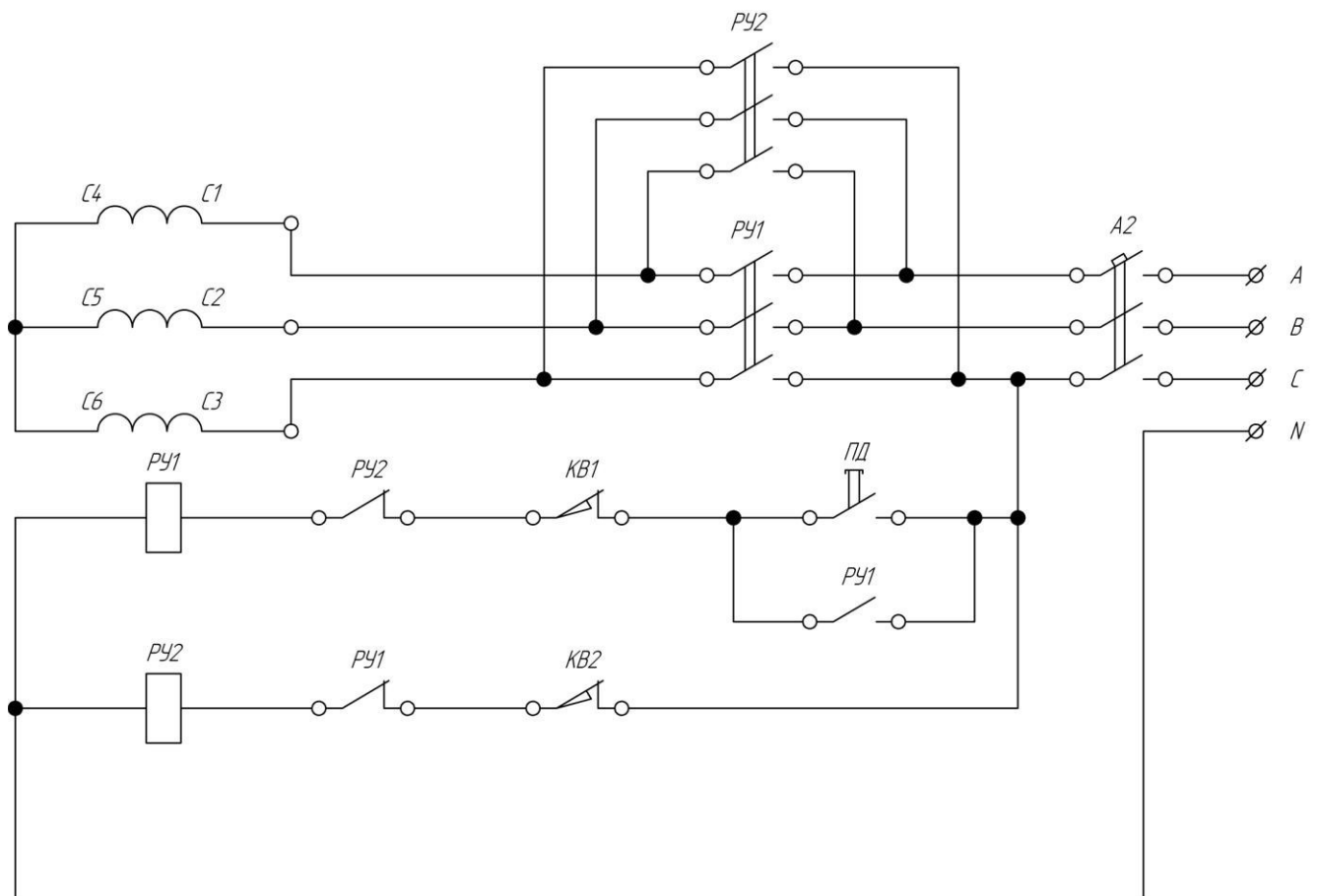


Рисунок 1.2 – Электрическая схема стенда А53М

Принцип работы стенда А53М заключается в следующем: проверяемую плунжерную пару устанавливают в корпус, при этом груз находится во взведенном состоянии, в таком положении плунжер опущен. В рабочую камеру втулки плунжера из бака, через фильтр заливается дизельное топливо, и корпус закрывается плотно крышкой. Далее подключив питание к стенду при помощи автоматических выключателей А1 и А2 и нажав кнопку «Пуск» получает питание катушка электромагнита ЭМ и защелка, преодолевая сопротивление от возвращающей пружины, притягивается электромагниту, высвобождая груз, которой нагружает плунжер и одновременно с этим включается электронный секундомер ЭС. При падении груза, он, действует концевой выключатель «Стоп», который своим контактом останавливает электронный секундомер ЭС. После снятия показаний с электронного секундомера ЭС, рабочий сбрасывает показания секундомера при помощи кнопки «Сброс», после чего нажимает на педаль замыкаются контакты ПД и катушка РУ1 получает питание, она становится на самопитание через вспомогательный замыкающий контакт РУ1 и своими силовыми контактами РУ1 замыкает цепи питания универсального асинхронного электродвигателя. Он начинает вращаться и через редуктор, и зубчатый сектор, который входит в зацепление с рычагом через жестко закрепленный на нем палец и поднимает груз вверх. Поднятие груза происходит до тех пор пока груз не зафиксируется защелкой и концевой выключатель КВ1 не разомкнет цепь питания катушки РУ1 после чего в цепи питания электродвигателя разомкнутся контакты РУ1, а в цепи питания катушки РУ2 замкнется размыкающий контакт РУ1. Катушка РУ2 получит питание и замкнутся силовые контакты РУ2 в цепи питания электродвигателя и он начнет вращаться в другую сторону и тем самым поворачивая зубчатый сектор в обратную сторону, обеспечивая беспрепятственное падение груза при следующем испытании. Поворот сектора продолжается до тех пор пока концевой выключатель КВ2 своим размыкающим контактом не разомкнет цепь питания катушки РУ2, а катушка своими контактами РУ2 не разомкнет цепь питания электродвигателя. Электродвигатель остановится и стенд готов к следующему испытанию.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

2.1 Организация ремонта и проектирование отделения

2.1.1 Назначение топливного отделения

Топливное отделение предназначено для ремонта и испытания форсунок, топливных насосов высокого давления, объединенных регуляторов дизеля, предельных регуляторов, топливopодкачивающих агрегатов, арматуры, клапанов.

Обычно отделение имеет три помещения: ремонтное, моечное и испытательное. В испытательном помещении размещаются испытательные стенды для проверки топливных насосов высокого давления, форсунок, плунжерных пар на плотность, топливopодкачивающих насосов и предохранительных клапанов, регулятора частоты вращения, регулятора предельного числа оборотов. К испытательному помещению обычно примыкает моечное помещение и камера для обдувки и ремонта стеллажей. В ремонтном помещении устанавливаются станки для притирки деталей, для проверки отверстий распыла, приспособления для проверки хода плунжера и золотника регулятора, прибор для балансировки грузов регулятора и так далее. Характерной особенностью организации работы в отделении является то, что все работы по демонтажу, ремонту и монтажу узлов и агрегатов производится работниками этого отделения. Топливное отделение локомотивного депо входит в состав участка по ремонту дизелей.

2.1.2 Режим работы топливного отделения и расчет фондов рабочего времени

При разработке дипломного проекта принят за основу режим работы локомотивного депо Гомель. Устанавливаем режим работы в отделении в одну смену продолжительностью 12 часов.

Годовой календарный фонд времени работника явочного контингента на 2012 год составляет

$$\Phi_{\text{р}}^{\text{к}} = D_{\text{р}} t_{\text{р}} - D_{\text{п}} t_{\text{п}}, \quad (2.1)$$

где $D_{\text{р}}$ – число полных рабочих дней в году, дней; для 2012 года $D_{\text{р}} = 245$ дня (таблица 2.1);

$t_{\text{р}}$ – продолжительность полного рабочего дня, ч; $t_{\text{р}} = 8$ ч;

$D_{\text{п}}$ – число предпраздничных дней в году, не совпадающих с общими выходными, дней; для 2012 г. $D_{\text{п}} = 9$ дня (см. таблицу 2.1);

$t_{\text{п}}$ – продолжительность предпраздничного дня, ч; $t_{\text{п}} = 7$ ч.

Календарный фонд рабочего времени приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Определение календарного фонда рабочего времени для 2012 года

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Всего дней	Всего часов
Полные дни	21	21	20	18	20	21	20	23	20	23	20	18	245	1960
Сокращенные дни	1	-	1	2	1	-	1	-	-	-	1	2	9	63
Итого	22	21	21	20	21	21	21	23	20	23	21	20	254	2023

Для 2012 г календарный фонд рабочего времени

$$\Phi_{\text{р}}^{\text{к}} = 245 \cdot 8 - 9 \cdot 7 = 2023 \text{ ч.}$$

= +

=

=

=

=

= · + · =

Годовой эффективный фонд рабочего времени работника списочного контингента

$$\Phi_p^э = (\Phi_p^к - D_o t_d) \alpha_p, \quad (2.2)$$

где D_o – продолжительность отпуска работника, дней; $D_o = 32$ дней;

t_d – продолжительность полного рабочего дня, ч; $t_d = 8$ ч;

α_p – коэффициент, учитывающий невыходы на работу по уважительным причинам; $\alpha_p = 0,95$.

$$\Phi_p^э = (2023 - 32 \cdot 8) \cdot 0,95 = 1679 \text{ ч.}$$

Годовой фонд рабочего времени оборудования, ч

$$\Phi_i = \Phi_p^к s_i \alpha_{об i}, \quad (2.3)$$

где s_i – число смен работы оборудования; принимаем $s_i = 1$;

$\alpha_{об i}$ – коэффициент, учитывающий простой оборудования в плановом ремонте; принимаем $\alpha_{об i} = 0,98$.

$$\Phi_i = 2023 \cdot 1 \cdot 0,98 = 1983 \text{ ч.}$$

2.1.3 Выбор формы организации производства для проектируемого отделения и расчет такта выпуска из ремонта

В отделении производится ремонт, регулировка и испытание форсунок, топливных насосов и их толкателей, регуляторов числа оборотов и рычажной системы управления дизелей, топливоподкачивающих насосов, регуляторов мощности, пусковых сервомоторов, трубопроводов топливной системы и клапанов.

Полы в отделении покрывают метлахской плиткой, стены – глазурованной плиткой, потолок – масляной краской. Отделение оснащают приточно-вытяжной вентиляцией. Форма организации производства – индивидуальная. Так как поточный метод в данном случае не целесообразен, то принимаем стационарный метод ремонта.

Основными параметрами производственного процесса являются такт выпуска – интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий или заготовок, определенного наименования, типа, размера и исполнения.

Такт производственного процесса определяется по формуле:

$$T_i = \frac{\Phi_i}{\Pi}, \quad (2.4)$$

где Π – годовой объем выпуска из ремонта данного вида, секций; $\Pi = 92$ секции.

$$T_{\text{ТР-3}} = \frac{1983}{92} = 21,55 \text{ ч/секцию.}$$

Ритм производственного процесса секции/ч определяем по формуле:

$$R_i = \frac{1}{T_i}, \quad (2.5)$$

$$R_{\text{ТР-3}} = \frac{1}{21,55} = 0,05 \text{ секции/ч.}$$

2.1.4 Разработка графика процесса ремонта продукции на ритмичной основе и графика загрузки рабочих отделения

Ремонт топливной аппаратуры сводится к разборке, обмывке, замене изношенных деталей, пригонке прецизионных пар и испытанию их на стендах, сборке агрегатов, испытанию и регулировке. Монтаж и регулировка топливных насосов, форсунок, рычажной системы управления дизелей, топливоподкачивающих насосов, трубопроводов топливной системы и клапанов на тепловозе также производится слесарями топливного отделения.

В правилах ремонта строго регламентирован объем работ по ремонту всех узлов и агрегатов, а в сборнике типовых технически обоснованных норм времени на слесарные работы нормы времени на выполнение той или иной операции. Руководствуясь правилами текущих ремонтов и технических обслуживаний тепловозов типа ТЭ10, составляем список работ, проводимых при ремонте топливной аппаратуры тепловоза 2ТЭ10У их трудоемкости в объеме текущего ремонта ТР-3, в виде таблицы.

Список работ при ремонте топливной аппаратуры тепловоза 2ТЭ10У их трудоемкости в объеме текущего ремонта ТР-3 представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Список работ при ремонте топливной аппаратуры тепловоза 2ТЭ10У их трудоемкости в объеме текущего ремонта ТР-3

Наименование работ	Трудоемкость, чел. ч/секцию	Количество человек на операцию	Норма времени на операцию, ч/секцию
1 Раскрепить и снять коллектор слива топлива	1,60	2	0,80
2 Раскрепить и снять трубопровод грязного топлива	0,44	2	0,22
3 Снять сливные трубопроводы от форсунок и ТНВД	0,46	2	0,23
4 Снять форсунки	0,40	2	0,20
5 Снять индикаторные краны	0,66	2	0,33

Продолжение таблицы 2.2

Наименование работ	Трудоём- кость, чел.ч/секцию	Количество о человек на операцию	Норма вре- мени на опе- рацию, ч/секцию
6 Разобрать и снять напорные трубопроводы топливной системы	0,56	2	0,28
7 Снять топливные коллекторы	1,12	2	0,56
8 Снять ТНВД	0,44	2	0,22
9 Снять сливные патрубки	0,44	2	0,22
10 Снять адаптеры	0,50	2	0,25
11 Снять трубки слива топлива с коллектором	0,54	2	0,27
12 Раскрепить и снять толкатели	0,84	2	0,42
13 Снять топливоподкачивающий насос	0,42	1	0,42
14 Снять ускоритель пуска	0,38	1	0,38
15 Снять ОРД с приводом	1,06	2	0,53
16 Разобрать и очистить форсунки	2,12	2	1,06
17 Отремонтировать и собрать форсунки	11,18	2	5,59
18 Разобрать и очистить ТНВД	3,20	2	1,60
19 Отремонтировать и собрать ТНВД	15,88	2	7,94
20 Разобрать, отремонтировать и собрать индикаторные краны	3,08	1	3,08
21 Разобрать и очистить толкатели ТНВД	1,84	1	1,84
22 Отремонтировать и собрать толкатели ТНВД	3,18	1	3,18
23 Произвести стендовые испытания форсунок	9,58	1	9,58
24 Произвести стендовые испытания ТНВД	11,26	2	5,63

Продолжение таблицы 2.2

Наименование работ	Трудоем- кость, чел.ч/секцию	Количество о человек на операцию	Норма вре- мени на опе- рацию, ч/секцию
25 Разобрать, отремонтировать и собрать ОРД	8,03	1	8,03
26 Разобрать, отремонтировать и собрать привод ОРД	3,23	1	3,23
27 Произвести стендовые испытания ОРД	1,56	1	1,56
28 Разобрать, отремонтировать и собрать топливо-подкачивающий насос	2,28	1	2,28
29 Обкатать топливоподкачивающий насос	0,56	1	0,56
30 Разобрать, отремонтировать и собрать ускоритель пуска	0,96	1	0,96
31 Отремонтировать коллектор слива топлива и трубопровод грязного топлива	2,02	1	2,02
32 Отремонтировать сливные трубопроводы от форсунок и ТНВД	1,24	1	1,24
33 Отремонтировать напорные трубопроводы топливной системы	2,85	1	2,85
34 Отремонтировать топливные коллекторы	2,67	1	2,67
35 Отремонтировать трубки слива топлива с толкателей	1,87	1	1,87
36 Постановка толкателей с ТНВД	1,23	1	1,23
37 Постановка трубок слива топлива с толкателей	0,44	2	0,22
38 Подготовка ТНВД к установке	0,83	1	0,83
39 Установка сливных патрубков	0,40	2	0,20
40 Установка ТНВД	1,30	2	0,65
41 Установка напорного трубопровода топливной системы	1,06	2	0,53
42 Установка и закрепление топливных коллекторов	1,90	2	0,95
43 Установка индикаторных кранов	0,96	2	0,48

Продолжение таблицы 2.2

Наименование работ	Трудоем- кость, чел.ч/секцию	Количеств о человек на операцию	Норма вре- мени на опе- рацию, ч/секцию
44 Установка адаптеров	1,40	2	0,70
45 Установка трубопроводов высокого давления и сливных трубок	2,26	2	1,13
46 Установка форсунок и ТНВД	1,70	1	1,70
47 Регулировка топливной аппаратуры и обвязка ТНВД	2,64	2	1,32
48 Установка ОРД с приводом	1,33	1	1,33
49 Установка ускорителя пуска	0,30	1	0,30
50 Установка топливopодкачивающего насоса	0,29	1	0,29
51 Установка коллектора слива топлива	1,13	1	1,13
Итого	117,2		

На основании данных приведенных в таблице 2.2 строим график линейный и график загрузки рабочих, который представлен на третьем листе графической части дипломного проекта.

2.1.5 Расчет трудоемкости производственной программы

Общая трудоемкость производственной программы

$$Q_i = q_i \Pi, \quad (2.6)$$

где q_i – трудоемкость работ на комплект топливной аппаратуры одной секции, чел.·ч/секцию; $q_{\text{ТР-3}} = 117,2$ чел.·ч/секцию;

$$Q_{\text{ТР-3}} = 117,2 \cdot 92 = 10782 \text{ чел.·ч.}$$

2.1.6 Определение потребного оборудования (включая подъемно-транспортное). Составление ведомости оборудования

Расчет оборудования не производится, а принимается согласно депо практики и типового проекта.

Составление ведомости оборудования.

Ведомость оборудования представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Ведомость оборудования

№ чертежа или ГОСТ	Наименование	Кол-во	Характеристика	Мощность, кВт
Моечная				
ПКБ ЦТ А328	Моечная машина Тип А328	1	Обмывка моющим раствором. Подогрев – паром. Обдувка сжатым воздухом. 655×1325×1860 Вес 830 кг	4,5 + 0,27
Р- 9699 1384	Ванна для промывки деталей топливной аппаратуры в керосине	2	1200×600×800	–
ПКБ ЦТ А154.0 1	Камера для обдувки. Тип А154	1	Обдувка сжатым воздухом 600×900×1400 Вес 100 кг	–
ПКБ ЦТ А371	Стеллаж универсальный секционный. Тип А371	8	Металлический 700×400×1650 Вес 61 кг	–
Испытательная				
ПКБ ЦТ А77	Стенд для обкатки и проверки производительности топливных насосов дизеля 10Д100 (модернизированный) Тип А77		Одновременно проверяется два топливных насоса. Охлаждение топлива водопроводной водой 1860×1300×1770 Вес 563 кг	4,5
ПКБ ЦТ А106	Стенд для испытания форсунок Тип А106	1	Привод ручной рычажный. Производительность 12–15 форсунок в час. 830×700×1800× Вес 105 кг	–

--	--	--	--	--

						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Продолжение таблицы 2.3

№ чертежа или ГОСТ	Наименование	Кол-во	Характеристика	Мощность, кВт
ПКБ ЦТ А53	Стенд для испытания плунжерных пар на плотность Тип А53М	1	Одновременно испытывается одна плунжерная пара. Привод – электрический 1050×800×1824 Вес 288 кг	3,0
ПКБ ЦТ 005,01	Стенд для испытания топливо-подкачивающих насосов и предохранительных клапанов тепловозов Тип 005	1	С селеновым выпрямителем ВСА-III 1260×595×2060 Вес 155 кг	1,6
ПКБ ЦТ А429	Стенд для регулировки регулятора предельного числа оборотов дизеля 10Д100 Тип А429	1	Двигатель пневматический 725×355×420 Вес 93 кг	0,37
ПКБ ЦТ А371	Стеллаж универсальный секционный. Тип А371	2	Металлический 700×400×1650 Вес 61 кг	–
ПКБ ЦТ А585	Стенд для испытания регуляторов числа оборотов дизеля 10Д100 Тип А535	1	С селеновыми выпрямителями 1165×690×1318 Вес 370 кг	0,9
ПКТБ ЦТВР ТК-09-56	Стенд для проверки плотности нагнетательного клапана топливного насоса	1	Стол собственного изготовления, металлический рабочий 800×600×800 Давление воздуха 0,4–0,5 Мпа Вес 100 кг	–
ПКБ ЦТ А153.01.00	Стол-стеллаж	1	Металлический 3100×1180×1370 Вес 210 кг	–
ПКБ ЦТ А151.01	Стеллаж вращающийся Тип А151	1	Металлический ф. 1000. Н = 1760 Вес 66 кг	–
Ремонтная				
ПКБ ЦТ А153.01.00	Стол-стеллаж	1	Металлический 3100×1180×1370 Вес 210 кг	–
ПКБ ЦТ А 146	Стол для ремонта форсунок. Тип А146	1	Металлический 2000×750×800 Вес 162,8 кг	–

	–	Стол для ремонта топливных насосов	1	Металлический 1950×750×800	–	
						<i>Лист</i>
						30
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Продолжение таблицы 2.3

№ чертежа или ГОСТ	Наименование	Кол-во	Характеристика	Мощность, кВт
ПКБ ЦТ И129	Приспособление для проверки сечения отверстий распылителей форсунок дизелей теплового	1	С пневматическим длинномером, давление воздуха 0,3– 0,5 Мпа 800×245×530 Вес 37 кг	–
ПКБ ЦТ ПР279	Станок для притирки деталей топливной аппаратуры. Тип ПР279	1	1105×580×1420 Вес 195 кг	0,6+ 0,1
ПКБ ЦТ А151	Стеллаж вращающийся. Тип 151	2	Металлический ф. 1000; H = 1760 Вес 66 кг	–
ПКБ ЦТ А147.01.00	Верстак с приспособлениями для разборки и сборки топливных насосов	1	Металлический 2000×750×800 Вес 166,5 кг	–
Готовое изделие	Станок настольно-сверлильный с ручной подачей, модель НС-12А	1	Макс. диаметр сверла 12 мм. Стол 300×250 мм 650×360×700 вес 115 кг	0,6
Готовое изделие	Станок токарно-винторезный повышенной точности. Модель 1603	1	ВЦ-80, РМЦ-250 1080×570×1170 Вес 550 кг с принадлежностями	0,8
–	Стол под оборудование поз.24	1	Металлический 800×600×800 Вес 70 кг	–
ПКБ ЦТ	Стол для разборки и сборки регуляторов числа оборотов	1		–
ПКБ ЦТ ПР614	Приспособление для проверки хода плунжера и золотника регулятора числа обор.	1	Настольное 405×175×170 Вес 6,85 кг	–
ПКБ ЦТ Р9577-007	Прибор для балансировки грузов регулятора	1	Настольный 175×55×215 Вес 4,5 кг	–
ПКБ ЦТ Пр-276	Приспособление для регулировки компенсирующей пружины регулятора числа оборотов	1	Настольное 197×144×490 Вес 9 кг	–
ПКБ ЦТ ПР-722	Приспособление для определения нерабочего хода топливного насоса двигателя	1	Настольное 250×200×510	–

10Д100
(модернизированный)

Вес 10,7 кг

Лист

31

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 2.3

№ чертежа или ГОСТ	Наименование	Кол-во	Характеристика	Мощность, кВт
–	Стол для ремонта топливоподкачивающих насосов	1	1950×750×800	–
ПКБ ЦТ А363	Верстак двухместный. Тип А363	1	Со стеллажами настольными тип Б. Металлический 2400×750×1320 Вес 328 кг	–
ПКБ ЦТ А152.01.00	Шкаф для запчастей и приспособлений	1	Деревянный 2050×665×1560	–
ПКБ ЦТ А371	Стеллаж универсальный секционный. Тип А371	6	Металлический 700×400×1650 Вес 61 кг	–
ПКБ ЦТ А248	Пресс для высадки конусов у труб высокого давления Тип А248	1	Гидравлический, усилием 15 т. Привод насоса – пневматический 520×510×1280 Вес 84 кг	–
Оргстанкинпром СД3701-01	Верстак слесарный с чугунной столешницей	1	Металлический 1250×800×860	–
Оргстанкинпром СД3723-01	Стеллаж верстачный	1	Деревянный 1256×255×280	–
И т о г о $P_{уст} = 17,24$ кВт				

Определение количества подъемно-транспортного оборудования производим с учётом обеспечения:

- полной механизации всех подъемных транспортных и складских работ;
- обслуживание отдельных рабочих мест индивидуальными подъемными устройствами;
- создания удобной транспортной связи между отделениями, позициями и рабочими местами.

Грузоподъемность транспортного оборудования определяется максимальной массой транспортируемой сборочной единицы тепловоза.

						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Выбор подъемно-транспортного оборудования.

Количество подъемно-транспортного оборудования проектируемого отделения выбирается с учетом обеспечения:

- полной механизации подъемных, транспортных и складских работ;
- создания удобной транспортной связи между участками;
- обслуживания отдельных рабочих мест индивидуальными подъемными механизмами;

В соответствии с выше перечисленным, в проектируемом отделении установлены два консольных крана $Q = 200$ кг, $h = 2,5$ м, а так же электроталь грузоподъемностью $Q = 100$ кг.

Грузоподъемность подъемно-транспортных средств приняты в соответствии с указаниями.

2.1.7 Расчет численности работников топливного отделения

Число производственных рабочих явочного и списочного контингентов определяется делением трудоемкости годового выпуска секций локомотивов из ремонта или обслуживания того или иного вида на соответствующий фонд рабочего времени, чел.:

$$A_{\text{пр}}^{\text{я}} = \frac{q_i \Pi_i}{\Phi_{\text{р}}^{\text{к}}}, \quad (2.7)$$

$$A_{\text{пр}}^{\text{с}} = \frac{q_i \Pi_i}{\Phi_{\text{р}}^{\text{о}}}. \quad (2.8)$$

Для топливного отделения численность производственных рабочих явочного и списочного контингента будет соответственно равна:

$$A_{\text{ТР-3}}^{\text{я}} = \frac{117,2 \cdot 92}{2023} = 5,33 \text{ чел.},$$

$$A_{\text{ТР-3}}^{\text{с}} = \frac{117,2 \cdot 92}{1679} = 6,42 \text{ чел.}$$

Принимаем $A_{\text{ТР-3}}^{\text{с}} = 7$ человек.

2.1.8 Определение размеров топливного отделения

Отделение имеет три помещения. В первое технологическим процессом предусмотрено поступление всех деталей и сборочных единиц топливной аппаратуры, снимаемых с дизеля. Там их промывают, очищают, а затем частично или полностью разбирают и осматривают. Во втором помещении выполняют слесарные, доводочные, комплектовочные и монтажные работы. Третье помещение предназначено для обкатки собранных сборочных единиц и их окончательной регулировки.

Площадь и размеры участка определяются из условий размещения в нем всего оборудования и рабочих мест в соответствии с объемом работы по видам ремонта подвижного состава. Высота отделения не менее 3–3,5 м и определяется установкой грузоподъемных механизмов в соответствии с правилами Госгортехкотлонадзора.

Площадь отделения, F , м

$$F = ab, \quad (2.9)$$

где a – длина отделения, м; $a = 18$ м;

b – ширина отделения, м; $b = 12$ м.

Получим

$$F = 18 \cdot 12 = 216 \text{ м}^2.$$

2.1.9 Разработка плана и поперечного разреза топливного отделения

При разработке плана отделения учтены следующие требования:

- каждое рабочее место располагает всем необходимым для выполнения работ;
- планировка рабочих мест отвечает всем требованиям норм и обеспечивает максимальное удобство и безопасность выполнения работ;
- ко всем рабочим местам предусмотрены удобные подходы;
- планировка отделения компактна и обеспечивает полное использование производственной площади;
- рабочие места, на которых в процессе работы выделяются вредные вещества, избыточное тепло, оборудованы вытяжной вентиляцией.

Разработанный план и поперечный разрез топливного отделения представлен на четвертом листе графической части дипломного проекта.

2.2 Техничко-экономические показатели отделения

2.2.1 Расчет себестоимости ремонта продукции отделения

Себестоимость ремонта – один из важнейших показателей, характеризующих качественную сторону деятельности участка локомотивного депо. В ней отражается степень использования трудовых и материальных ресурсов, результаты внедрения новой технологии, уровень организации труда.

Годовые затраты для отделения по ремонту топливной аппаратуры, р., определим по формуле

$$C_{\Gamma} = Z_o + D_z + Z_d + O_c + M + P_c + P_{и} + C_э + A_o + C_{об} + C_n + B, \quad (2.10)$$

где Z_o – затраты на основную заработную плату производственных рабочих, р.;

D_z – затраты на доплаты и надбавки компенсационного характера, р.;

Z_d – затраты на дополнительную заработную плату производственным рабочим, р.;

O_c – начисления на заработную плату, р.;

M – затраты на потребляемые материалы, р.;

P_c – затраты на полуфабрикаты собственного изготовления, р.;

$P_{и}$ – затраты на покупные изделия, р.;

$C_э$ – затраты на потребляемые энергоресурсы для технологических целей, р.;

A_o – затраты на амортизацию оборудования, р.;

$C_{об}$ – затраты на эксплуатацию и содержание оборудования, р.;

C_n – накладные расходы, р.;

B – потери от брака, р.

Затраты на основную заработную плату производственных рабочих

$$Z_o = 12 A_{я} T (1 + k_{пр}), \quad (2.11)$$

где $A_{я}$ – явочное количество работников участка, чел.;

T – месячная тарифная ставка, р.;

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий премию; в среднем для депо не более 30 %.

Месячная тарифная ставка включает расчетную тарифную ставку и доплату по контракту

$$T = T_p + T_k, \quad (2.12)$$

где T_p – расчетная тарифная ставка, р.;

T_k – доплата по контракту; до 50 % расчётной тарифной ставки (согласно Декрету Президента РБ № 29 от 26.07.1999 г.).

$$T_k = 0,5 T_p, \quad (2.13)$$

Расчётная тарифная ставка

$$T_p = T_1 k_T k_{cp}, \quad (2.14)$$

где T_1 – месячная тарифная ставка 1-го разряда, р.; в локомотивном депо для первого разряда $T_1 = 310200$ р.;

k_T – коэффициент повышения тарифных ставок по технологическим видам работ; для ремонта подвижного состава $k_T = 1,2$;

k_{cp} – средневзвешенный тарифный коэффициент работ участка.

$$k_{cp} = \frac{\sum (P_i k_i)}{\sum P_i}, \quad (2.15)$$

где P_i – объём выполняемых на участке работ по i -му разряду, чел. · ч;

k_i – тарифный коэффициент i -го разряда.

Тарифные коэффициенты разрядной сетки представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Тарифные коэффициенты разрядной сетки

Разряд	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифный коэффициент	1,00	1,16	1,35	1,57	1,73	1,90	2,03	2,71

Средневзвешенный тарифный коэффициент работ участка

$$k_{\text{ср}} = \frac{1,35 \cdot 42,4 + 1,57 \cdot 75,6 + 1,73 \cdot 90,4}{208,4} = 1,59.$$

Расчётная тарифная ставка

$$T_p = 310200 \cdot 1,2 \cdot 1,59 = 591862 \text{ р.}$$

$$T_k = 0,5 \cdot 591862 = 295931 \text{ р.}$$

Месячная тарифная ставка

$$T = 591862 + 295931 = 887793 \text{ р.}$$

Затраты на основную заработную плату производственных рабочих

$$Z_o = 12 \cdot 5,33 \cdot 887793 \cdot (1 + 0,3) = 73818212 \text{ р.}$$

Доплаты и надбавки к тарифной заработной плате компенсационного характера

$$D_z = Z_o (D_{\text{вл}} + D_{\text{пм}} + D_{\text{вр}}), \quad (2.16)$$

где $D_{\text{вл}}$ – доплата за выслугу лет, принимаем $D_{\text{вл}} = 0,15$;

$D_{\text{пм}}$ – доплата за профессиональное мастерство, принимаем $D_{\text{пм}} = 0,1$;

$D_{\text{вр}}$ – доплата за вредные условия труда; принимаем $D_{\text{вр}} = 0,20$ % от тарифной ставки первого разряда за каждый час работы во вредных условиях.

$$D_z = 73818212 \cdot (0,15 + 0,1) + 310200 \cdot 0,0021679 \cdot 35,33 = 24006556 \text{ р.}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих составляет примерно 10 % от суммы основной заработной платы и доплат и надбавок компенсационного характера

$$З_д = 0,1(З_о + Д_з), \quad (2.17)$$

$$З_д = 0,1 \cdot (73818212 + 24006556) = 9782477 \text{ р.}$$

Отчисления на социальные нужды принимаются от суммы $(З_о + З_д + Д_з)$:

– в фонд социальной защиты населения – в размере 35 %;

– в страховой взнос по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний – в размере 0,9 %.

Отчисления на социальные нужды

$$О_с = (0,35 + 0,009) (З_о + Д_з + З_д), \quad (2.18)$$

$$О_с = (0,35 + 0,009) \cdot (73818212 + 24006556 + 9782477) = 38631001 \text{ р.}$$

Затраты на материалы определяются как 200 % от фонда заработной платы производственных рабочих

$$М = 2 (З_о + Д_з + З_д), \quad (2.19)$$

$$М = 2 \cdot (73818212 + 24006556 + 9782477) = 215214490 \text{ р.}$$

Стоимость полуфабрикатов собственного изготовления

$$П_с = 0,04 М, \quad (2.20)$$

$$П_с = 0,04 \cdot 215214490 = 8608580 \text{ р.}$$

Стоимость покупных изделий

$$П_и = 0,3 (З_о + Д_з + З_д), \quad (2.21)$$

$$П_{и} = 0,3 \cdot (73818212 + 24006556 + 9782477) = 32282174 \text{ р.}$$

Затраты на потребляемые энергоносители определим по формуле

$$C_3 = \sum_i \Pi Ц_i, \quad (2.22)$$

где \sum_i – расход i -го вида энергоносителя на единицу ремонта, ед./секцию;

Π – программа ремонта, секций; $\Pi = 32$ секции;

$Ц_i$ – цена единицы энергоносителя i -го вида, р.

Определение стоимости энергоресурсов представлено в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Определение стоимости энергоресурсов для выполнения работ по ремонту топливной аппаратуры в топливном отделении

Наименование	Норма расхода на ремонтируемую секцию, ед./секцию	Общий расход энергоресурса, ед.	Стоимость единицы, р.	Общая стоимость энергоресурса, р
Электроэнергия, кВт	2000	184000	568	104512000
Вода техническая, м ³	15	1380	2147	2962860
Энергия тепловая, Гкал	0,3	27,6	200093	5522566,8
Кислород, м ³	7	644	1944	1251936
Ацетилен, м ³	3	276	156103	43084428
Воздух сжатый, м ³	8	736	1840	1354240
Керосин, л	15	1380	7100	9798000
Топливо дизельное, л	30	2760	6950	19182000
			Итого	187668031

Расходы на амортизацию оборудования равны

$$A = \frac{a}{100} B, \quad (2.23)$$

где a – норматив амортизации i -го вида оборудования, %;

$V_{ст}$ – восстановительная стоимость i -го вида оборудования, р.;

$$V_{ст} = 365160000 \text{ р.}$$

Расходы на амортизацию определены ранее (см. таблицу 6.1).

$$A_o = 29212800 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования составляют

$$C_{об} = 0,1 V_{ст}, \quad (2.24)$$

$$C_{об} = 0,1 \cdot 365160000 = 36516000 \text{ р.}$$

Накладные расходы определим по формуле

$$C_n = N_p (Z_o + D_z + Z_d), \quad (2.25)$$

где N_p – норматив накладных расходов; для локомотивных депо $N_p = 1,5$.

$$C_n = 1,5 \cdot (73818212 + 24006556 + 9782477) = 161410868 \text{ р.}$$

Потери от брака принимаем $B = 0$ р.

Годовые затраты топливного отделения на ремонт топливной аппаратуры тепловозов 2ТЭ10У по циклу текущего ремонта ТР-3, р., составляют

$$C_r = 73818212 + 24006556 + 9782477 + 38631001 + 215214490 + 8608580 + \\ + 32282174 + 187668031 + 29212800 + 36516000 + 161410868 = 817151189 \text{ р.}$$

2.3 Охрана труда и окружающей среды

2.3.1 Разработка мероприятий по охране труда

2.3.1.1 Установление опасных и вредных производственных факторов в технологическом процессе отделения

Условия труда влияют на производительность и результаты труда, на состояние здоровья работников топливного отделения. Благоприятные условия улучшают общее самочувствие, настроение человека, создают предпосылки для высокой производительности, и, наоборот, плохие условия снижают интенсивность и качество труда, способствуют возникновению производственного травматизма и заболеваний. Создание здоровых и безопасных условий труда – главная задача администрации предприятия.

Под условиями труда понимается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека. Производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к травме, называют опасным фактором, а производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеванию – вредным фактором.

В зависимости от уровня и продолжительности воздействия на человека отдельные вредные факторы могут быть опасными. Например, высокие концентрации токсичных веществ в воздухе рабочей зоны или высокая температура окружающей среды могут вызвать резкое ухудшение здоровья за очень короткий период воздействия. Поэтому между опасными и вредными факторами порой нельзя провести четкую границу. При одних условиях фактор действует как вредный, а при других – как опасный.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяют по природе действия на физические, химические, биологические и психофизиологические. Каждая из этих групп содержит множество факторов.

Физические факторы – это движущиеся машины и механизмы, подвижные части машин, оборудования, шероховатость поверхности, высокое расположение

рабочего места над уровнем пола, повышенный уровень электромагнитных излучений, шума, вибрации, повышенная или пониженная температура, подвижность, влажность, ионизация воздуха, отсутствие или недостаток естественного света и т. д.

Химические факторы – это смазочные материалы; ацетон, бензол и другие растворители; метан, углекислый газ и другие газы; лаки краски и многие другие химические вещества.

Биологические факторы – включают следующие биологические объекты: патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы и т. д.), а также макроорганизмы (растения и животные).

Психофизиологические факторы – это физические перегрузки и нервно-психические (умственное перенапряжение, монотонность труда и эмоциональные перегрузки).

Основными неблагоприятными производственными факторами на предприятии являются: повышенный уровень шума, повышенное нервно-эмоциональное напряжение, вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны.

Ремонт топливного насоса высокого давления производится в отделении по ремонту топливной аппаратуры. Ремонт сводится к разборке, обмывке, замене изношенных деталей, пригонке прецизионных пар и испытанию их на стенде, испытанию и регулировке. Монтаж и регулировка топливных насосов производится слесарями этого отделения.

Для разборки, сборки и промывки деталей топливного насоса высокого давления имеется специальный верстак и стеллажи, оборудованные приспособлениями для сборки, разборки и специальными моечными машинами. Моющей жидкостью служат осветительный керосин или специальные водяные эмульсии. Применяются также установки для ультразвуковой очистки. При ремонте используют универсальный станок для притирки деталей топливной аппаратуры, настольный вертикально-сверлильный станок, настольный токарно-винторезный станок.

Для испытания топливных насосов высокого давления в отделении имеются: стенд для испытания плунжерных пар топливных насосов на плотность; стенд для

обкатки и проверке производительности топливных насосов; приспособление для проверки нерабочего хода плунжера топливного насоса; стенд для проверки плотности нагнетательного клапана топливного насоса; специальные и гаечные ключи.

Отделение топливной аппаратуры должно располагаться в закрытых, просторных, хорошо освещаемых помещениях, так как оно относится к числу отделений с особо-точным характером работ.

В локомотивном хозяйстве ответственность за охрану труда несут руководители локомотивных служб, отделов и депо, а также инженерно-технические работники этих подразделений.

На все виды работ, выполняемых в локомотивном хозяйстве, разработаны и утверждены начальником Белорусской железной дорогой и Комитетом профсоюзов работников железнодорожного транспорта Правила по технике безопасности к содержанию и обслуживанию сооружений, помещений, территорий, рабочих мест, оборудования и инструмента, а также санитарно-гигиенические требования. В депо организуется систематическое изучение правил техники безопасности и периодическая проверка знаний этих правил.

Основным требованием, предъявляемым к сооружениям и оборудованию депо, является обеспечение безопасных, гигиенических и эстетических условий труда. Большое значение для обеспечения техники безопасности имеет система регулярного технического освидетельствования оборудования, которая состоит из профилактических испытаний и осмотров. Техническое освидетельствование производится комиссией. Результаты испытаний наносят на трафареты и записывают в специальном журнале.

Требования по технике безопасности в отделении по ремонту топливной аппаратуры заключаются в следующем:

- инструктаж работников – вводный, повседневный и периодический;
- отделение ремонта топливного аппаратуры должно быть изолировано от других отделений промежуточными пожаробезопасными помещениями или тамбурами-шлюзами;

- в помещении должна поддерживаться температура в пределах 15–23 °С, что наиболее обеспечивается установкой кондиционирования воздуха;
- все воздуховоды стандов, использующих дизельное топливо, моечных машин и ванн с керосином оборудуют сепараторами для очистки выбросов от аэрозолей дизельного топлива и керосина с возвратом их в соответствующие емкости;
- стоки, содержащие остатки дизельного топлива и керосина проходят специальные улавливатели до выпуска их в общую канализацию;
- отходы должны складироваться в специальную тару на отведенных для этой цели местах;
- оборудование должно расставляться с учетом рационального естественного освещения рабочих мест;
- все вращающиеся части оборудования ограждают надежными кожухами. На стандах, станках применяют прозрачные защитные экраны;
- стенды для обкатки и испытания топливных насосов, моечную машину, создающие шум при работе, размещают в отдельном помещении отделения топливной аппаратуры;
- электрооборудование открытого положения выносят в тамбуры и не пожароопасные помещения. В помещениях должны быть также шины заземления электрооборудования, аварийное освещение и средства пожаротушения (заземление периодически проверяют);
- для обеспечения санитарно–гигиенических условий труда в помещениях отделения обязательно устанавливают раковины с горячей и холодной водой, шкафы для размещения спецодежды и индивидуальных средств защиты, а также аптечки для оказания первой медицинской помощи.

Большое значение для снижения утомляемости работников, повышения их производительности труда и оздоровления производственной среды имеет оптимальное цветовое оформление помещений, оборудования, приспособлений. Рабочие места, с точки зрения эргономики, должны удовлетворять следующим требованиям: иметь достаточное рабочее пространство для работающих, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и тех-

ническом обслуживании оборудования; оптимально размещаться в производственных помещениях; иметь безопасные и достаточные проходы для работающих людей; уровень акустического шума и вибрации, создаваемых оборудованием рабочего места или другими источниками шума, не должен превышать допустимой величины; должны быть предусмотрены необходимые средства защиты работающих от действия опасных и вредных производственных факторов.

Участки и отделения должны иметь естественное освещение через окна в наружных стенах и световые фонари в перекрытиях. При недостаточности естественного освещения применяется электрическое освещение.

Для тушения пожара в отделении устанавливают пенные огнетушители.

Государственный надзор за выполнением требований техники безопасности возлагается на инспекторов дорожных или районных комитетов профсоюзов, дорожных инспекторов по котлонадзору, промышленно-санитарных врачей врачебно-санитарной службы дороги.

2.3.1.2 Разработка мероприятий по устранению опасных и вредных производственных факторов

Технологические процессы транспортных предприятий сопровождаются выделением теплоты и влаги, химических веществ и соединений, ухудшающих состояние воздушной среды. Борьба с вредными выделениями должна быть направлена главным образом на совершенствование технологических процессов и производственного оборудования, на его герметизацию. Однако это не всегда достижимо. Поэтому для обеспечения в производственных помещениях параметров воздушной среды, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям, применяется вентиляция. При этом обеспечивается удаление из помещений воздуха, содержащего различные вредности и замена его чистым наружным воздухом. Некоторые вредные пары, газы и пыль в смеси с воздухом могут образовывать взрывоопасные смеси. Большие накопления некоторых видов пыли могут самовозгораться. Для таких производств необходимо обеспечить воздухообмен, полностью исключая образование взрывоопасных смесей.

В топливном отделении устраивается смешанная вентиляция (естественная и механическая), при которой обеспечивается хорошее очистка воздуха. По назначению – приточно-вытяжная.

Основные требования, предъявляемые к системам вентиляции как при проектировании, так и при их эксплуатации, обусловлены не только необходимостью создания на производственных объектах определённых санитарно-гигиенических и технологических условий, но и необходимостью обеспечения взрывопожаробезопасности. Современные системы вентиляции должны удовлетворять следующим требованиям:

– обеспечивать воздухообмен, необходимый для удаления всех выделяющихся вредностей и обеспечения нормируемых метеоусловий. Воздухообмен должен быть сбалансирован;

– не должна создавать помех для технологических процессов и выполнения работ;

– для воздуха, удаляемого системами вентиляции и содержащие вредные вещества с концентрациями, превышающие допустимые нормы, необходимо предусмотреть очистку перед выбросом в атмосферу;

– организация воздухообмена в производственных помещениях должна обеспечить полное удаление вредных выделений, а не их разбавление. Подачу приточного воздуха необходимо предусматривать так, чтобы воздух не поступал через зоны с большим загрязнением вредностями в зоны помещений с меньшим загрязнением;

– удаление воздуха следует предусматривать непосредственно от мест выделения вредностей или из зон наибольшего загрязнения воздуха в помещениях с таким расчётом, чтобы потоки наиболее загрязнённого воздуха не проходили через зону дыхания людей, находящихся на рабочих местах или через зоны частого их пребывания;

– не должны быть источниками повышенной взрывоопасности. При проектировании системы вентиляции необходимо учитывать категорирование объектов по взрывопожароопасности.

2.3.1.3 Расчёт механической вытяжной вентиляции топливного отделения

Аэродинамический расчёт систем вентиляции является ответственным этапом проектирования вентиляции. Целью расчёта является определение расчётных параметров сети воздуховода, сетевого и вентиляционного оборудования.

Расчёт по методу удельных потерь давления заключается в определении гидравлических потерь на этих участках при перемещении заданного количества воздуха.

Схема механической вытяжной вентиляции приведена на пятом листе графической части дипломного проекта.

АксонOMETрическая схема вентиляции с указанием номеров участков и их длин представлена на рисунке 2.1.

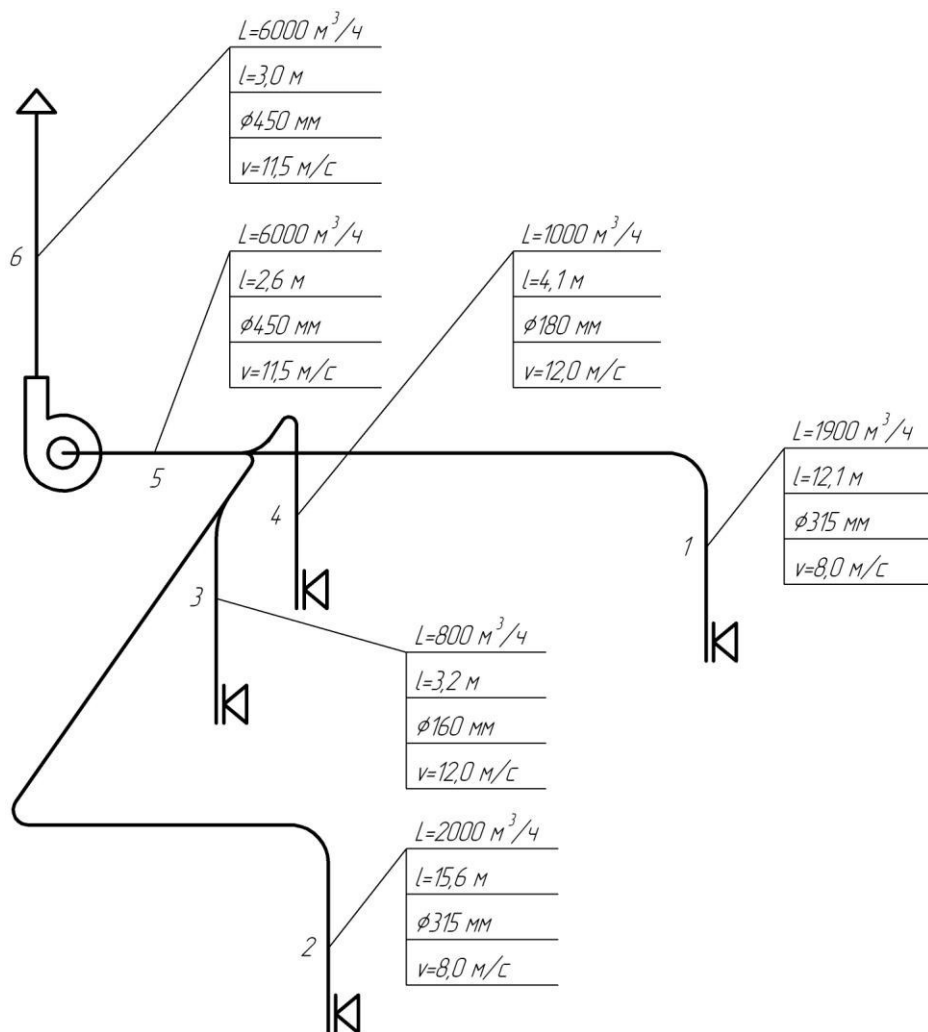


Рисунок 2.1 – Аксонометрическая схема вентиляции

Известно, что значение скорости перемещения воздуха является фактором, влияющим на технико-экономическую характеристику вентиляционной установки. При проектировании вентиляционных систем для воздуховодов в производственных зданиях скорость не должна превышать 12 м/с.

Расход воздуха L , м³/ч, на участке определим по формуле

$$L_i = 3600 v_i F_i, \quad (2.26)$$

где v_i – скорость движения воздуха на участке, м/с;

F_i – площадь поперечного сечения воздуховода, м².

Зная скорость движения воздуха и расход воздуха на участке можно определить площадь поперечного сечения воздуховода по формуле

$$F_i = \frac{L_i}{3600 v_i}. \quad (2.27)$$

Задаемся скоростью движения воздуха и расходом воздуха на первом участке: v_1 8,0 м/с, L 1900 м³/ч.

$$F_i = \frac{1900}{3600 \cdot 8,0} = 0,065 \text{ м}^2.$$

Определим диаметр воздуховода, исходя из следующей зависимости, зная сечение воздуховода

$$F_i = \frac{\tau d_i^2}{4}, \quad (2.28)$$

$$d_i = \sqrt{\frac{4 F_i}{\pi}}. \quad (2.29)$$

Тогда диаметр воздуховода на первом участке будет равен

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,065}{3,14}} = 0,290 \text{ м} = 290 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное значение диаметра воздухопровода $d_1 = 315$ мм, в соответствии данными таблицы [13].

Далее по таблице [13] в соответствии с данными: скоростью движения воздуха и диаметром воздухопровода определяем удельные потери давления на трение R_i , Па/м, и динамическое давление P_d , Па.

$$R_1 = 2,24 \text{ Па/м,}$$

$$P_d^1 = 39,1 \text{ Па.}$$

В соответствии с рекомендациями [13] и с учётом исходных данных определяем коэффициенты местных сопротивлений Σ_i , для первого участка они будут

$$\Sigma_1 = 0,89 .$$

Потери давления на преодоление сопротивления трения для первого участка, определяется по формуле

$$P_{\pi} = R_i l_i, \quad (2.30)$$

$$P_{\pi}^1 = 2,24 \cdot 12,1 = 27,1 \text{ Па.}$$

Потери давления в местных сопротивлениях z_i , Па, для первого участка определяется по формуле

$$z_i = \Sigma_i P_d, \quad (2.31)$$

$$z_1 = 0,89 \cdot 39,1 = 34,8 \text{ Па.}$$

Общие потери на участке ΔP , Па определим по формуле

$$\Delta P_i = R_i l_i + z_i, \quad (2.32)$$

$$\Delta P_1 = 2,24 \cdot 12,1 + 34,8 = 61,9 \text{ Па.}$$

Дальнейшие расчёты аналогичны, данные сводим в таблицу 2.6.

После расчета производим расчет невязки. Допускается отклонение потерь давления в параллельных участках в пределах 10%. Для 1-го и 4-го участка невязка составит

$$\frac{61,9 - 58,9}{61,9} \cdot 100 \% = 4,8 \%$$

Для 2-го и 3-го участка невязка составит

$$\frac{56,4 - 51,1}{56,4} \cdot 100 \% = 9,4 \%$$

По полученным в ходе аэродинамического расчёта данным производим выбор сетевого и вентиляционного оборудования.

Выбор вентилятора производим по двум его основным характеристикам.

Подача вентилятора составляет

$$L_B = \beta L_c, \quad (2.33)$$

где β – коэффициент запаса на подсосы воздуха; $\beta = 1,1$;

L_c – суммарный расход воздуха системой вентиляции, м³/ч; $L_c = 6000$ м³/ч.

$$L_B = 1,1 \cdot 6000 = 6600 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Принимаем вентилятор В-Ц4-70-5, технические характеристики приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Техническая характеристика вентилятора

Индекс вентилятора	Подача воздуха, м ³ /ч	Давление, Па	КПД, %	Масса (без электродвигателя), кг
В-Ц4-70-5	6600	843	79	76

Выбор электродвигателя производим по установочной мощности

$$N_{уст} = k N_{потр}, \quad (2.34)$$

где k – коэффициент запаса мощности; $k = 1,15$;

$N_{потр}$ – потребная мощность на валу электродвигателя, кВт.

$$N_{потр} = \frac{L_B P_B}{\eta_B \eta_{II} \cdot 3600 \cdot 1000}, \quad (2.35)$$

где P_B – давление создаваемое вентилятором, Па; $P_B = 81,4$ Па;

η_B – КПД вентилятора; $\eta_B = 0,80$;

η_{II} – КПД передачи; $\eta_{II} = 0,99$.

$$N_{потр} = \frac{6600 \cdot 81,4}{0,80 \cdot 0,99 \cdot 3600 \cdot 1000} = 0,19 \text{ кВт}.$$

Тогда

$$N_{уст} = 1,15 \cdot 0,19 = 0,22 \text{ кВт.}$$

Принимаем электродвигатель типа AIS62B2, технические характеристики приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Техническая характеристика электродвигателя

Тип электродвигателя	Номинальная мощность на валу, кВт	Напряжение, В	Скорость вращения, при полной нагрузке, об/мин	Масса, кг
AIS62B2	0.25	380	2700	4

2.4 Исследовательский раздел

Аккумуляторные системы подачи топлива в цилиндры дизеля.

Требования по увеличению топливной экономичности двигателей внутреннего сгорания (ДВС), снижению шумности и выброса токсичных компонентов с отработавшими газами не могут более выполняться при использовании традиционных топливных систем с гидромеханическими регуляторами частоты вращения и механическими узлами топливной аппаратуры. Реализовывать перечисленные требования возможно только с применением очень высокого давления впрыска, сочетающегося с определенной характеристикой подачи и точным дозированием топлива. Это соответствует возможностям аккумуляторных топливных систем с электронным блоком управления (ЭБУ) и электромагнитными клапанами (ЭМК), установленными непосредственно в корпусе каждой форсунки или в промежутках между форсунками и аккумулятором высокого давления. Вариант, при котором электромагнитный клапан установлен между форсункой и аккумулятором, является одноконтурным: аккумулятор – электромагнитный клапан – нагнетательный трубопровод – форсунка.

В настоящее время одноконтурные системы с электронным управлением, например «Common Rail», имеют практическое применение на транспортных дизелях с топливной аппаратурой фирмы «Bosch». К недостаткам такой системы следует отнести то, что форсунки со встроенными электромагнитными клапанами являются практически неремонтопригодными. Применение такой системы ограничено для высокооборотных дизелей с двухфазным процессом впрыска. Такое ограничение, в основном, связано с недостаточным быстродействием электромагнитных клапанов.

Для расширения области использования аккумуляторных топливных систем и обеспечения их ремонтпригодности в ОмГУПСе разработана и испытана двухконтурная система (патент РФ № 2288372). Она включает в себя аккумуляторы высокого (АВД) и низкого давления (АНД). Функционирование такой системы предусмотрено по контурам: аккумулятор высокого давления – электромагнитный

клапан – нагнетательный топливопровод – форсунка и аккумулятор низкого давления – нагнетательный трубопровод или по контурам: аккумулятор высокого давления – электромагнитный клапан – нагнетательный топливопровод – форсунка и аккумулятор низкого давления – электромагнитный клапан – нагнетательный трубопровод. При этом в аккумуляторе АД предусматривается поддержание давления на уровне остаточного, которое на 20–30 % должно быть ниже давления впрыска топлива.

Схема компоновки двухконтурной аккумуляторной системы с однофазным процессом впрыска топлива представлена на шестом листе графической части дипломного проекта, а с двухфазным процессом впрыска – на седьмом листе графической части дипломного проекта.

Двухконтурная система, кроме известных узлов и элементов, включает в себя аккумулятор низкого давления 13, электромагнитные клапаны в системе высокого давления 10, датчики «стоп» подачи топлива 11, пружинные гидродемпферы 8, обратные клапаны 12, установленные в топливопроводе перед форсунками, и редукционный клапан 14, поддерживающий давление в АД на уровне остаточного перед запуском дизеля и после каждого впрыска топлива. Такое условие обеспечивается благодаря гидросвязи АД с нагнетательными топливопроводами через обратные клапаны 12.

Особенность конструкции электромагнитных клапанов состоит в том, что обеспечена высокая герметичность соединительных элементов, предусмотрено открытие перепускных клапанов посредством пружинного привода, размещение катушек снаружи корпуса клапана, а также предусмотрена возможность регулирования величины подъема перепускного клапана. При такой конструкции достигается условие ремонтпригодности форсунок, сокращение энергозатрат на создание магнитодвижущей силы и необходимое быстроедействие ЭМК при рабочих давлениях до 100 МПа и более.

Для управления процессами функционирования системы в автоматическом режиме предусмотрен электронный блок управления ЭБУ, связанный с датчиком частоты вращения вала дизеля и фиксации внешней мертвой точки (в.м.т.), и за-

дающий блок режимов работы дизеля. В качестве задающего блока для тепловозных дизелей предусматривается использование контроллера машиниста.

Двухконтурная система с однофазным процессом впрыска топлива функционирует в следующем порядке. Первоначально посредством ЭБУ по цепям управления обеспечивается поочередное, в порядке работы цилиндров, срабатывание электромагнитных клапанов 10, а затем, через определенные промежутки времени, клапаны также поочередно отключаются и тем самым обеспечивается поочередная отсечка подачи топлива в цилиндры дизеля. При этом длительность цикловых подач τ' , τ'_i формируется блоком ЭБУ в зависимости от частоты вращения и режимов нагрузки дизеля.

Характеристики *а)* и *б)*, представленные на восьмом листе графической части дипломного проекта, изменения тока в катушках электромагнитных клапанов $I_k = f(\tau)$, давления в нагнетательном топливопроводе $P_n = f(\tau)$ и подъема-посадки иглы форсунки $h_n = f(\tau)$ для однофазного процесса впрыска приведены. Анализ этих характеристик показывает, что длительность подъема-посадки иглы форсунки зависит только от длительности промежутков между включением и отключением электромагнитных клапанов.

Для осуществления двухфазного процесса подачи топлива требуется минимальная длительность предварительного впрыска топлива в пределах 1,2–1,5 мс. Выполнение этого условия практически достигается путем постановки дополнительных электромагнитных клапанов 15, которые гидравлически связаны с аккумулятором низкого давления 13, а также с нагнетательными полостями клапанов 10. При этом управление процессом срабатывания клапанов 15 предусматривается так же, как клапанов 10 от одного блока ЭБУ [характеристики *в)* и *з)*]. То есть в период предварительной фазы первоначально, в порядке работы цилиндров, срабатывают клапаны 10 и через 1,2–1,5 мс срабатывают дополнительные клапаны 15, тем самым обеспечивается быстрое действие отсечки подачи топлива. Далее, в период основной фазы впрыска топлива, двухконтурная аккумуляторная система будет функционировать по ранее изложенному порядку.

По характеристикам ϵ) и z), приведенным на восьмом листе графической части проекта, видно, что длительность предварительной фазы впрыска топлива сохраняется постоянной независимо от длительности основной фазы. Такой результат является вполне приемлемым для дизелей с двухфазным процессом подачи топлива.

При использовании двухфазного процесса впрыска топлива достигается улучшение эффективности сгорания топлива. Вследствие этого наблюдается следующее:

– за счет начала горения в период предварительного впрыска давление сжатия газов несколько увеличивается, что приводит к уменьшению периода задержки воспламенения после основного впрыска;

– в результате уменьшения максимального давления сгорания процесс сгорания основной порции топлива будет протекать более мягко, т.е. жесткость работы дизеля снизится.

В качестве конечного результата при использовании двухфазного процесса впрыска топлива ожидается снижение шума при работе дизеля, уменьшение удельного расхода топлива и выброса вредных веществ в атмосферу. Однако следует отметить, что удельный расход топлива может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от угла опережения основного впрыска и от длительности промежутков $\tau'_{пр}$ и $i\tau'_{пр}$ между предварительным и основным впрысками. Оптимальности этих параметров следует добиваться опытным путем в процессе стендовых испытаний дизелей.

Принцип функционирования двухконтурной аккумуляторной системы, возможно, использовать не только для двухфазного, но и для однофазного процесса впрыска топлива. То есть первоначально, в порядке работы цилиндров дизеля, по цепям управления от ЭБУ осуществляется включение электромагнитных клапанов 10, а затем через определенные промежутки времени обеспечивается срабатывание ЭМК 15. Для наглядности на характеристиках δ) и e) на восьмом листе графической части проекта, показаны моменты начала впрыска топлива, моменты отсечки

подачи топлива, длительности цикловых подач топлива α'_i и τ'_i и длительности срабатывания электромагнитных клапанов в контурах низкого и высокого давления. При этом временные промежутки τ'_i и τ'_i между моментами включения электромагнитных клапанов соответствуют длительности цикловых подач, которые в зависимости от режимов работы дизеля задаются блоком управления ЗБ. Эффективность такого исполнения состоит в том, что быстроедействие функционирования двухконтурной системы обеспечивается промежутками $\tau'_{i \text{ прп}}$, $\tau'_{i \text{ прп}}$ между моментами включения ЭМК, что во многом упрощает конструкцию электромагнитных клапанов и в целом повышает надежность работы аккумуляторной топливоподающей системы.

В заключение следует отметить, что эффективность двухконтурной аккумуляторной системы достигается за счет поддержания постоянства разности давлений между давлением впрыска и остаточным при любых режимах работы дизеля, обеспечения необходимого остаточного давления перед запуском дизеля, а также благодаря обеспечению ремонтпригодности узлов системы и сохранению типовой конструкции дизельных форсунок.

Эффективность аккумуляторных топливных систем практически подтверждена зарубежными фирмами. В основном, она достигается за счет снижения себестоимости узлов топливной системы относительно штатной, повышения экономичности работы дизелей, снижения выбросов в атмосферу вредных веществ и, как следствие, увеличивается моторесурс дизелей.

Высокая эффективность аккумуляторной системы также ожидается при использовании альтернативных видов топлива: метана, пропана, биотоплива и, особенно, диметилового эфира, который обладает высокими эксплуатационными и экологическими свойствами.

2.5 Энерго- и ресурсосбережение

Баланс потребления топливно-энергетических ресурсов.

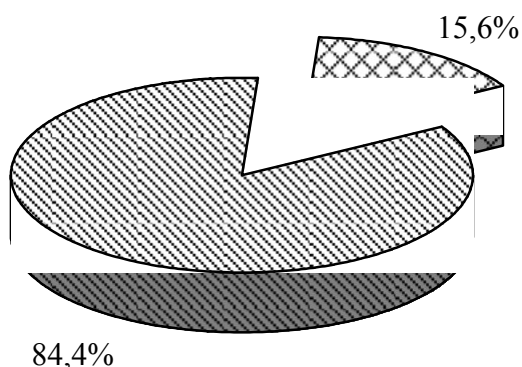
Топливным отделением по ремонту топливной аппаратуры локомотивного депо Гомель за четыре месяца (январь – апрель) 2012 года было израсходовано 6,4 т у.т.

Структура потребления топливно-энергетических ресурсов в топливном отделении представлена в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Структура потребления топливно-энергетических ресурсов в топливном отделении

Вид энергоресурса	Расход энергоресурса за четыре месяца (январь – апрель) 2012	Расход энергоресурса за четыре месяца (январь – апрель) 2012	
		т у.т.	%
Тепловая энергия, Гкал	30,6	5,4	84,4
Электроэнергия, тыс. кВт·ч	3,5	1,0	15,6
	Итого	6,4	100

Баланс потребления топливно-энергетических ресурсов в процентном соотношении, представлен на рисунке 2.2.



■ – Тепловая энергия; ■ – Электроэнергия

Рисунок 2.2 – Баланс потребления топливно-энергетических ресурсов

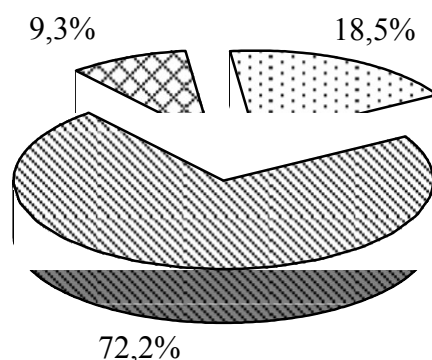
Как видно из диаграммы наибольшая доля потребления топливно-энергетических ресурсов приходится на тепловую энергию, состоящую из 84,4 %, и лишь 15,6 % потребления топливно-энергетических ресурсов приходится на электроэнергию.

Структура потребления тепловой энергии в топливном отделении представлена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Структура потребления тепловой энергии в топливном отделении

Вид потребления	Расход тепловой энергии за четыре месяца (январь – апрель) 2012		
	Гкал	т у.т.	%
Отопление	22,0	3,9	72,2
Горячее водоснабжение	2,8	0,5	9,3
Прочие потребители	5,8	1,0	18,5
Итого	30,6	5,4	100

Баланс потребления тепловой энергии в процентном соотношении, представлен на рисунке 2.3.



- ▣ – Отопление;
- ▣ – Горячее водоснабжение;
- ▣ – Прочие потребители

Рисунок 2.3 – Баланс потребления тепловой энергии

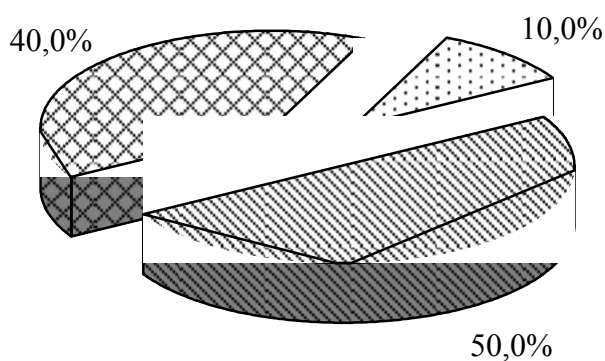
Как видно из диаграммы наибольшие доли потребление тепловой энергии приходится на отопление 72,2 %, горячее водоснабжение 9,3 %, прочие потребители 18,5 %.

Структура потребления электроэнергии в топливном отделении представлена в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Структура потребления электроэнергии в топливном отделении

Вид потребления	Расход электроэнергии за четыре месяца (январь – апрель) 2012		
	тыс. кВт	т у.т.	%
Освещение	1,9	0,5	50,0
Оборудование	1,4	0,4	40,0
Прочие потребители	0,2	0,1	10,0
Итого	3,5	1,0	100

Баланс потребления электроэнергии в процентном соотношении, представлен на рисунке 2.4.



■ – Освещение; ■ – Оборудование; ■ – Прочие потребители

Рисунок 2.4 – Баланс потребления электроэнергии

Как видно из диаграммы наибольшие доли потребления электроэнергии приходится на освещение 50,0 %, оборудование 40,0 %, прочие потребители 10,0 %.

На основании баланса потребления топливно-энергетических ресурсов топливным отделением по ремонту топливной аппаратуры в качестве мероприятия по экономии тепловой энергии рассмотрим замену оконных рам на оконные блоки ПВХ с двухкамерным стеклопакетом.

Экономический эффект от внедрения оконных блоков из ПВХ достигается за счет:

– увеличения термосопротивления оконных блоков и уменьшения расхода тепловой энергии на компенсацию потерь тепла;

– увеличения коэффициента воздухопроницания и уменьшения расхода тепловой энергии на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации через щели оконных проемов;

– увеличения срока службы и отсутствия эксплуатационных затрат (оклейка, покраска).

Для того чтобы посчитать экономию энергоресурсов после установки окон ПВХ, нам необходимо знать площадь отделения.

Основной годовой расход тепловой энергии на компенсацию потерь тепла через ограждающие конструкции оконных проемов до модернизации рассчитывается по формуле

$$Q_{от} = \frac{F_o}{R_T} (t_B - t_H) n T \cdot 10^{-6}, \quad (2.36)$$

где F_o – площадь ограждающих конструкций оконных проемов, м²;

R_T – сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций оконных проемов, м²·°С·ч/ккал; $R_T = 0,29$ м²·°С·ч/ккал;

t_B – расчетная температура воздуха внутри помещения, °С; $t_B = 18$ °С;

t_H – расчетная температура наружного воздуха, °С; $t_H = 24$ °С;

n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций оконных проемов по отношению к наружному воздуху; $n = 0,9$;

$T_{от}$ – длительность отопительного периода, сут.; $T_{от} = 194$ сут.

Определяем площадь ограждающих конструкций оконных проемов по формуле

$$F_o = a b, \quad (2.37)$$

где a – высота оконного проема, м; $a = 4,0$ м;

b – ширина оконного проема, м; $b = 3,5$ м.

Тогда

$$F_o = 4 \cdot 3,5 = 14 \text{ м}^2.$$

Так как в отделении два оконных проема, то площадь ограждающих конструкций оконных проемов будет

$$F_o = 14 \cdot 2 = 28 \text{ м}^2.$$

Отсюда

$$Q_{от} = \frac{28}{0,29} \cdot (18 - (-24)) \cdot 0,9 \cdot 194 \cdot 10^{-6} = 0,71 \text{ Гкал.}$$

Добавочный годовой расход тепловой энергии на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации через щели ограждающих конструкций оконных проемов рассчитывается по формуле

$$Q_{и} = 0,24 A G F_o (t_{в} - t_{н}) T_{от} \cdot 10^{-6}, \quad (2.38)$$

где A – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока, для окон со спаренными переплетами; $A = 1,0$;

G – количество воздуха, поступающего в помещения зданий путем инфильтрации через окна, кг/(м²·ч).

$$G = \frac{\Delta P}{R_{и}}, \quad (2.39)$$

где ΔP – разность давления воздуха у наружной и внутренней поверхностей ограждающих конструкций оконных проемов, Па;

$R_{и}$ – сопротивление воздухопроницанию оконных блоков; м²·ч·Па/кг;

$$R_{и} = 0,13 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}.$$

$$\Delta P = 0,55 H (\gamma_{н} - \gamma_{в}) + 0,03 \gamma_{н} V_{\text{ср}}^2, \quad (2.40)$$

где H – высота здания от поверхности земли до верха карниза, м; $H = 5,5$ м;

$\gamma_{н}$ – удельный вес наружного воздуха, Н/м³;

$\gamma_{в}$ – удельный вес внутреннего воздуха, Н/м³;

$V_{\text{ср}}^2$ – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более, м/с; $V_{\text{ср}}^2 = 4,1$ м/с.

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}, \quad (2.41)$$

$$\gamma_{н} = \frac{3463}{273 + (-24)} = 13,908 \text{ Н/м}^3,$$

$$\gamma_{в} = \frac{3463}{273 + 18} = 11,900 \text{ Н/м}^3.$$

Тогда

$$\Delta P = 0,55 \cdot 5,5 \cdot (13,908 - 11,900) + 0,03 \cdot 13,908 \cdot 4,1 = 7,78 \text{ Па}.$$

Тогда количество воздуха, поступающего в помещения зданий путем инфильтрации через окна, будет

$$G = \frac{7,78}{0,13} = 59,85 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Отсюда

$$Q_{\text{и}} = 0,24 \cdot 1,05 \cdot 59,85 \cdot 28 \cdot (18 - - (24)) \cdot 10^6 = 3,28 \text{ Гкал.}$$

Определение расхода тепловой энергии на компенсацию потерь тепла через оконные проемы определяется по формуле

$$Q = Q_{\text{от}} + Q_{\text{и}}, \quad (2.41)$$

$$Q = 0,71 + 3,28 = 3,99 \text{ Гкал.}$$

Далее производим расчет после установки оконных блоков. Расчет аналогичен, только при расчетах изменяются значения: $R = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{ч}/\text{ккал}$; $A = 0,8$; $\tau =$

$$R_{\text{и}} = 0,53 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}.$$

При этом основной годовой расход тепловой энергии на компенсацию потерь тепла через ограждающие конструкции оконных проемов составил

$$Q_{\text{от}} = 0,37 \text{ Гкал.}$$

А добавочный годовой расход тепловой энергии на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации составил

$$Q_{\text{и}} = 0,64 \text{ Гкал.}$$

Тогда расхода тепловой энергии на компенсацию потерь тепла через оконные проемы будет

$$Q = 0,37 + 0,64 = 1,01 \text{ Гкал.}$$

Определение годовой экономии тепловой энергии от внедрения энергоэффективных оконных блоков из ПВХ

$$\Delta Q = Q_{\text{до}} - Q_{\text{после}}, \quad (2.42)$$

$$\Delta Q = 3,99 - 1,01 = 2,98 \text{ Гкал.}$$

Определение экономии топлива от снижения потребления тепловой энергии

$$\Delta B_{\text{тэ}} = \Delta Q b_{\text{тэ}}, \quad (2.43)$$

где $b_{\text{тэ}}$ – удельный расход топлива на производство тепловой энергии на теплоисточнике, т у.т.; $b_{\text{тэ}} = 0,175$ т у.т.

$$\Delta B_{\text{тэ}} = 2,98 \cdot 0,175 = 0,52 \text{ т у.т.}$$

Расчет срока окупаемости внедрения энергоэффективных оконных блоков из ПВХ

Капиталовложения в мероприятие

$$K = C_{\text{м}} F_{\text{о}}, \quad (2.44)$$

где $C_{\text{м}}$ – стоимость оконных блоков из ПВХ за 1 м^2 , у.е.; $C_{\text{м}} = 50$ у.е.

$$K = 50 \cdot 28 = 1400 \text{ у.е.}$$

Определение срока окупаемости мероприятия за счет экономии топлива

$$Cp_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta B_{\text{тэ}} C_{\text{топл}}}, \quad (2.45)$$

где $C_{\text{топл}}$ – стоимость 1 т у.т., у.е.; $C_{\text{топл}} = 210$ у.е.

$$Cp_{\text{ок}} = \frac{1400}{0,52 \cdot 210} = 12,8 \text{ лет.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте был разработан технологический процесс и произведен подбор оборудования для ремонта ТНВД дизеля типа 10Д100, а так же ремонтного производства топливного отделения.

Произведен расчет контингента работников топливного отделения и производственной программы ремонта, назначение данного отделения, определено количество потребного оборудования и площадь отделения по ремонту топливной аппаратуры. Выполнен расчет энергетических ресурсов, разработан план отделения и себестоимость ремонта.

Приведены маршрутные карты, технические инструкции и карты эскизов.

Установлены опасные и вредные факторы в техническом процессе и разработаны мероприятия по их устранению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ЕСКД. Общие требования к выполнению текстовых документов: ГОСТ 2.105–95. – Введ. 01.01.97. – Мн.: Белстандарт, 1996. – 36 с.

2 Локомотивное хозяйство: учебник для вузов ж.-д. трансп. / С. Я. Айзинбуд [и др.]; под ред. С. Я. Айзинбуда. – М.: Транспорт, 1986. – 263 с.

3 **Анурьев, В. И.** Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1978. – 557 с.

4 **Брильков, Г. Е.** Технология ремонта тепловозов: пособие по выполнению курсового проекта / Г. Е. Брильков. – Гомель: БелГУТ, 2004. – 29 с.

5 Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте. Учебное пособие / В. А. Голубев [и др.]; под ред. В. А. Голубева. – Гомель: БелИИЖТ, 1987. – 72с.

6 **Иванов М. Н.** Детали машин: учебник для студентов высших технических учеб-ных заведений / М. Н. Иванов. – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.

7 Справочник по ремонту тепловозов / И. Г. Кокошинский [и др.]. – М.: Транспорт, 1976. – 304 с.

8 **Кузьмин, А. В.** Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / А. В. Кузьмин, Ф. Л. Марон. – Минск: Вышэйшая школа, 1983. – 488 с.

9 **Папченков, С. И.** Локомотивное хозяйство: пособие по дипломному проектированию. / С. И. Папченков. – М.: Транспорт, 1988. – 192 с.

10 Правила технического обслуживания и текущего ремонта тепловозов типа ТЭЗ и ТЭ10. – М.: Транспорт, 1988 – 256 с.

11 **Рахматулин, М. Д.** Технология ремонта тепловозов / М. Д. Рахматулин. – М.: Транспорт, 1983. – 319 с.

12 Сборник типовых технически обоснованных норм времени на слесарные работы при профилактическом осмотре и деповском ремонте тепловозов 2ТЭ10Л, ТЭ10Л, ТЭП10. – М.: Транспорт, 1970. – 631 с.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

13 Внутренние санитарно-технические устройства: справочник проектировщика. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / И. Г. Староверов [и др.]; под общ. ред. И. Г. Староверова.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1977. – 502 с.

14 Устройство и ремонт тепловозов: учебник для нач. проф. образования / Л. А. Собенин [и др]. – М.: Издательский центр “Академия”, 2004. – 416 с.

15 Тепловоз ТЭ10М. Руководство по эксплуатации и обслуживанию. – М.: Транспорт, 1985. – 421 с.

16 **Федотов, Г. Б.** Топливные системы тепловозных дизелей. Ремонт, испытание, совершенствование / Г. Б. Федотов, Г. И. Левин. – М.: Транспорт, 1983. – 192 с.

17 **Чмыхов, Б. А.** Применение единой системы технической документации в дипломном и курсовом проектировании / Б. А. Чмыхов. – Гомель: БелИИЖТ, 1991. – 121 с.

18 **Чмыхов, Б. А.** Проектирование участка (отделения) локомотивного депо: учеб.-метод. пособие / Б. А. Чмыхов. – Гомель: БелГУТ, 2008. – 28 с.

19 **Чмыхов, Б. А.** Рекомендации по разработке экономического раздела дипломных проектов: учеб.-метод. пособие / Б. А. Чмыхов, С. И. Медведев. – Гомель: БелГУТ, 2006. – 31 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
Технологическая документация

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						73