

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»


Пермский филиал
(Факультет, институт)

Отделение высшего образования

(наименование структурного подразделения, ответственного за подготовку ВКР)

Согласовано

Заместитель директора по УМР и ВР
(должность, руководящая структурное подразделение
ответственного за подготовку ВКР)


Е.В. Баранова
(Ф.И.О., должность, структурное подразделение, ответственного
за подготовку ВКР)

« 01 » 12 2022 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему: «Модернизация судовой энергетической установки судна
проекта 414В с заменой главных двигателей на современные»
(тема ВКР)

Направление подготовки 26.05.06 Эксплуатация судовых
(специальность) энергетических установок
Образовательная программа Эксплуатация судовых энергетических
установок

Обучающийся  Р.В. Норон

(подпись)

(Ф.И.О.)

Руководитель ВКР д.т.н., доцент


(подпись)

К.И. Пугач

(Ф.И.О.)

г. Пермь
2022

Руководитель проекта: Пугин К.Г

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание пояснительной записки:

Введение.....	4
1 ОПИСАНИЕ СУДНА ПРОЕКТА 414В.....	6
1.1 Общие сведения.....	6
1.2 Описание СЭУ.....	9
1.3 Актуальность дипломного проекта и основные направления работ по модернизации СЭУ	15
2 МОДЕРНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАМЕНЕ ГЛАВНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ СУДНА	16
2.1 Общие сведения	16
2.2 Принципиальные технические решения.....	18
3 РАСЧЕТ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ.....	21
3.1 Общие сведения	21
3.2 Расчет системы смазывания энергетической установки	22
3.3 Расчёт топливной системы	27
3.4 Система водяного охлаждения	29
3.5 Система газовыпуска	29
3.6 Система пуска.....	29
3.7 Средства управления и контроля.....	30
3.8 Электрооборудование.....	30
4 РАСЧЕТ ВАЛОПРОВОДА, ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ МАСС И ВИБРАЦИЙ	32
4.1 Общие сведения	32
4.2 расчет изменения нагрузки масс.....	33
4.3 Расчет общей и местной вибрации.....	34

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

2

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА ПОД ГЛАВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ	36
5.1 Проектирование связей фундамента	36
5.2 Требования к изготовлению судовых фундаментов.....	38
5.3 Требование к обработке деталей фундамента.....	39
5.4 Сборка, сварка и установка фундаментов	39
5.5 Расчет фундамента под дизель генератор.....	40
6 ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ	42
7 ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	51
7.1 Общие положения	51
7.2 Демонтаж и монтаж нового оборудования.....	58
7.3 Нормы метеорологических условий в машинном отделении.....	60
7.4 Освещенность.....	62
7.5 Влияние модернизационных мероприятий на безопасность труда при эксплуатации оборудования.....	66
7.6 Пожарная безопасность.....	69
8 РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	73
8.1 Расчёт затрат на модернизацию и определение балансовой стоимости судна после модернизации	73
8.2 Расчёт грузооборота	77
8.4 Эксплуатационные расходы	79
8.5 Сводные экономические показатели по судну	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	92
Приложение А (Технологический процесс монтажа главного двигателя).....	94
Приложение Б (Чертежи дипломного проекта).....	104

Инв. № дубл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

3

ВВЕДЕНИЕ

Транспорт, как отрасль производства, играет большую роль в экономике страны. Одна из ведущих составляющих транспорта – водный транспорт.

В ряде районов Севера, Сибири и Дальнего Востока водный транспорт является единственно возможным средством перевозок. Большую роль водный транспорт играет и в международных перевозках, производя транспортировку большого количества грузов морским путем, который в некоторых случаях является единственно доступным. Поэтому показатели работы водного транспорта являются важными параметрами и в значительной степени зависят от совершенства технико-эксплуатационных характеристик и эффективности его использования.

Поэтому необходимы наиболее экономичные двигатели массового и крупносерийного производства, обладающие высокой надежностью, большим моторесурсом, малыми массой и габаритами, низкой строительной стоимостью.

В настоящее время основные задачи транспорта — современное, качественное и полное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках, повышение эффективности его работы. Для решения этих задач необходимо ускорить создание и внедрение передовой техники и технологии, укрепить материально-техническую и ремонтную базу; существенно улучшить использование речных судов, производственных мощностей портов и заводов.

При решении этих задач необходимо помнить, что наравне с такими показателями, как грузооборот, производительность и качество выгрузки, критерием эффективности модернизации является в первую очередь

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

4

обеспеченность перевозок и величина трудовых и материальных затрат.

Именно этими положениями следует руководствоваться при выборе средств подогрева и выгрузки нефтепродуктов.

Обоснование целесообразности проведения модернизационных мероприятий на танкерах приводится в данном проекте.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
5

1 ОПИСАНИЕ СУДНА ПРОЕКТА 414В

1.1 Общие сведения

Проект 414В— однопалубный двухвинтовой сухогрузно-наливной теплоход с надстройкой и машинным отделением в кормовой части. Назначение судна пр. 414-В — перевозка светлых нефте-продуктов 1-3 классов в отсеках, или сухогрузов — на палубе.



Рисунок 1.1 - Сухогрузно-наливной теплоход СПН-709-Б проекта 414-В
Название судна: т/х «СПН-709-Б»

Тип и назначение судна: Судно палубное наливное, для перевозки наливного груза, а так же сухого. Проект: 414-В

Автор проекта: ЦТКБ МРФ РСФСР/ООО «Дефектация»

Основные характеристики

Судостроительное предприятие:

Год и место постройки судна: 1978 г. Алексеевская РЭБ флота, п.

Алексеевск/переоборуд. 2018 г. СК «Якутск» г. Якутск.

Класс 02 0А

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

6

Длина судна габаритная: 65,28 м.

Ширина судна габаритная: 10,36 м.

Высота борта: 2 м.

Водоизмещение порожнем: 289,00 т.

Грузоподъемность: 600 т.

Мест для экипажа: 8 чел.

Автоматизация: частичная

Дедвейт: 45,00 т



Рисунок 1.2 - Сухогрузно-наливной теплоход СПН-709-Б проекта 414-В

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

7

Автор проекта	КБ Ленского РП
Дата утверждения проекта	23/12 1968 г.
Организация, утвердившая проект	Ленское речное пароходство
Год и место постройки головного судна	1968

1.1.2 Основные показатели

Тип судна	Однопалубный 2х-винтовой сухогрузно-наливной теплоход с надстройкой и машинным отделением в кормовой части, с полубаком, бункером на главной палубе,
Назначение судна	Перевозка светлых нефтепродуктов II, III и других сыпучих грузов.

1.1.3 Размеры судна

габаритные, м:	
длина	63,57
ширина	10,5
высота надводная с учетом съемных частей при осадке 1 м	2.1 м
Размеры корпуса судна	
расчетные, м:	
длина	62,3
ширина	10,1
высота борта.	5,85
Водоизмещение судна с	285
Грузоподъемность, т:	

Инв. №подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

8

при загрузке нефтепродуктами 600
и рудой

при загрузке углем

Скорость судна с грузом на 600
глубокой воде, км/ч 16,2

Мест для экипажа

Автономность, сутки, м 9

Автоматизация 9

Комплексная управления механизмами
МКО и частичная — палубными мех-ми.

1.2 Описание СЭУ

1.2.1 Главные Двигатели

Марка дизеля 6ЧНСП18/22
Кол-во 2
Мощность, э.л.с[^] 165
Частота вращения, об/мин 750
Пуск **Воздухом** давлением 18—
Дистанционное автоматическое 30 кгс/см²
управление Пневматическое с тросиковой
проводкой

Движители

Тип Винт гребной
Количество 2
Диаметр, м 1,1
Шаг, м 1
Дисковое отношение 0,6
Число лопастей 5
Материал винта Сталь 1 X 14 НД

Инв. №подл. Подпись и дата Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

9

1.2.2 Электростанция

Ток и напряжение: Переменный 3-х фазный, 220 В
 силовая сеть
 сеть малого аварийного освещения: Постоянный, 24 В
 сеть переносного освещения: Переменный, 12 в
Дизель -генератор ДГ- 50 / 9
 Количество 1
 Дизель 6Ч 12/14
 Мощность, э.л.с. 80
 Частота вращения, об/мин 1500
 Пуск Воздушный
 Генератор ГСС-103-8
 Род тока Переменный

Таблица 1.1-Состав электрооборудования. Электроагрегаты:

Наименование	Мощность (кВт)	Напряжение (в)	Число об/мин	Род тока
Дизельгенератор с генератором	50	400	1500	Перемен. 3-хф
Дизельгенератор с генератором	30	400	1500	Перемен. 3-хф
Стояночный дизельгенератор с генератором	16	400	1500	Перемен. 3-хф
Преобразователь резервного питания				Пост. Перемен. 3-хф
1)генератор	1	110	3000	
2)электродвиг.	5,3.	400	3000	
Преобразователи рулевого привода				Пост. Перемен. 3-хф
1)электродвиг.	11	380	1415	
2)генератор	6.6	220	1425	
3)возбудитель	1	230	1425	

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
10

Таблица 1.2-Электродвигатели механизмов

Наименование	Мощность (кВт)	Напряжение (в)	Число об/мин	Род тока
Рулевое устройство 1)исполнительный привод	5.8	220	1200	Пост.
2)аварийный привод	1.4	110	1500	Пост.
Брашпиль носовой	5/20	380	310/1290	Перем.
Брашпиль кормовой	7/22	380	340/685/1440	Перем.
Шлюпочное устр.во	4.4	380	1440	Перем.
Пожарные насосы	17*2	380	2910	Перем.
Баластно-осушительные насосы	17*2	380	1465	Перем.
Маслопрокачивающие насосы	5.5	380	970	Перем.
Топливоперекачивающие насосы	1.5	380	1420	Перем.
Вентилятор машинного отделения	6	380	1425	Перем.
Компрессора	17*2	380	1415	Перем.
Аппарельные лебедки	15*2	380	1420	Перем.
Котлоагрегат 1)эл. двиг. топливного насоса	1	220	2850	Пост.
2)эл. Двиг. Циркуляционного насоса	1	220	2850	
Эл.Лебедка мачты	2.4	380	1430	Пост.

Инв.№подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Таблица 1.3-Аккумуляторы

Назначение	Тип	Напряж.(в)	Емк. а/час
Стартерн. запуск	6СТК-180	24	180
Питание радиостанции	5КН-100	24	100
Аварийное освещение, питание преобраз. перем. и пост. тока	10КН-100	24	125
Автом. запуск дизельген.	6СТЭ-128	24	128

Таблица 1.4-Освещение

Наименование	К-во точек освещ.	Род тока	Напряж. (в)	Источник тока	к-во распредел. щитов
Основное	208	Перем.	220	Генер.	8
Аварийное	17	Пост.	24	Аккумуля.	1
Низковольтное переносн.	21	---	12	---	2

Таблица 2.5 -Сигнализация

Наименование	Напряжение (в)
Аварийная	24
Пожарная	24

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

12

Главные двигатели:

Количество главных дизелей: 2

Конструктивные и технические данные двигателя 6ЧНСП18/22 приведены в таблице 1.5

Таблица 1.5 – Конструктивные и технические данные двигателя 6ЧНСП18/22

Конструктивные и технические данные	
Количество цилиндров	6
Диаметр цилиндра, мм	180
Ход поршня, мм	220
Рабочий объем цилиндра, л	5,59
Степень сжатия	12÷15
Мощность, кВт	165
Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	750
Номинальная частота вращения вала, мин ⁻¹	300
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	211
Удельный расход масла на угар, г/(кВт·ч)	1,36
Ресурс до первой переборки, тыс.ч	12
Ресурс до капитального ремонта, тыс.ч	45
Удельная материалоемкость, кг/(кВт·ч)	$0,58 \cdot 10^{-3}$
Удельная энергонасыщенность, кг/(кВт·ч)	1720
Габаритные размеры:	
— длина, м	2,39
— ширина, м	1,00
— высота, м	1,52

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ



Рисунок 1.3– Двигатель главный- 6ЧНСП18/22

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

14

1.3 Актуальность дипломного проекта и основные направления работ по модернизации СЭУ

Морской и речной флот ежегодно пополняется новыми, современными судами, оснащенными мощными и экономичными двигателями внутреннего сгорания. Повышение экономичности, и автоматизации способствует увеличению производительности труда и улучшают условия труда и отдыха экипажа.

В настоящее время на речном флоте все большее распространение получают двигатели зарубежного производства известных марок МАК, WARTSILA, MANи CATERPILLAR, которые намного превосходят по степени автоматизации, экономическим и экологическим показателям отечественные двигатели.

Фирма «Катерпиллар инк» (США) является одним из мировых лидеров по производству высоко и среднеоборотных дизелей для промышленного и транспортного применения, а так же для использования на судах речного и морского флота в качестве главных и вспомогательных агрегатов.

Проект предусматривает замену двух главных двигателей 6ЧНСП18/22-225 мощностью 165 кВт (225 л.с.) каждый при 750 об/мин, с передаточным числом на передний ход 1,67, на дизель-редукторные агрегаты ДРРА 35К2 ЛЛ и ДРРА 35К2 ЛП, состоящих из дизельных двигателей - X6170ZC350-1 мощностью по 258 кВт (350 л.с.) при 1000 об/мин, с реверс-редукторными передачами (РРП) модели НС400 с передаточным отношением 2,04 и коэффициентом полезного действия 0,96. Для наглядности сравнение основных характеристик заменяемого оборудования представлено в таблице 2.1.

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
15

2 МОДЕРНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАМЕНЕ ГЛАВНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ СУДНА

2.1 Общие сведения

Настоящий проект содержит материалы по замене главных двигателей на сухогрузном теплоходе «СПН-709-Б» пр. 414В рег. № 017676 класса ✕P1,2 по классификации Российского Речного Регистра (РРР).

2.1.1 Основные характеристики судна:

– длина расчетная, м	65,2;
– длина габаритная, м	63,42;
– ширина расчетная, м	10,4;
– ширина габаритная, м	10,0
– высота борта, м	2,0;
– доковый вес, т	217,0

2.1.2 Проект выполнен в соответствии с Правилами РРР изд. 2019 года одним этапом (техно-рабочий проект). В процессе разработки использованы материалы базового проекта.

2.1.3 Проект предусматривает замену двух главных двигателей 6ЧНСП18/22-225 мощностью 165 кВт (225 л.с.) каждый при 750 об/мин, с передаточным числом на передний ход 1,67, на дизель-редукторные агрегаты ДРРА 35К2 ЛЛ и ДРРА 35К2 ЛП, состоящих из дизельных двигателей - X6170ZC350-1 мощностью по 258 кВт (350 л.с.) при 1000 об/мин, с реверс-редукторными передачами (РРП) модели НС400 с передаточным отношением 2,04 и коэффициентом полезного действия 0,96. Для наглядности сравнение основных характеристик заменяемого оборудования представлено в таблице 1. Расширенный перечень характеристик нового двигателя приведен в Дополнении к спецификации ПБФ 3067.20/414Н-3.

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

					<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2.1.4 Модернизация проводится ввиду износа и прекращения производства двигателей.

Таблица 2.1

Наименование параметра	Снимаемый	Устанавливаемый
Марка агрегата заводская	6ЧНСП18/22-225	ДРРА 35К2 ЛЛ; ДРРА 35К2 ЛП
Обозначение агрегата по ГОСТ 10150-88	6ЧНСП18/22	6ЧНСП17/20
Марка дизеля заводская	ДД-101 и ДД-102	X6170ZC350-1
Марка редуктора заводская	РРП-230	НС400
Мощность двигателя номинальная, кВт (л.с.)	165 (225)	258 (350)
Частота вращения коленвала номинальная, об/мин	750	1000
Передаточное отношение РРП на передний ход	1,67	2,04
Частота вращения валопровода номинальная, об/мин	450	490
Удельный расход топлива, г/кВт*ч	215	200
Метод пуска	Сжатый воздух	Сжатый воздух
Тип системы охлаждения	Водо-водяное	Водо-водяное
Масса агрегата сухая, кг	4330	3900

2.1.5 Подлежащее техническому наблюдению при изготовлении покупное оборудование и материалы, указанные в Ведомости ПБФ 3067.20/414Н-5, поставляются с документами, подтверждающими их соответствие Правилам РРР.

2.1.6 Работы по модернизации выполняются под техническим наблюдением РРР организацией, имеющей признание на соответствующие виды деятельности (Подрядчик).

Инв. №подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

2.2 Принципиальные технические решения

2.2.1 Существующие на судне главные двигатели и редукторы, а также система автоматики демонтируются.

2.2.2 Линия валопровода и движители остаются без изменений.

2.2.3 Существующие фундаменты дорабатываются. Двигатели с редукторами «жестко» устанавливаются на фундаментах. Соединение фланца полумуфты РРП с валопроводом производится с применением промежуточно-проставочного вала ДРРА374К.00.011 поставляемого комплектно с главными двигателями и с сертификатами РРР.

2.2.4 Между двигателем и редуктором установлена упругая высокоэластичная муфта, входящая в состав РРП.

2.2.5 Дорабатывается привод гидронасоса НШ10 от главного двигателя правого борта. На вал насоса изготавливается ременной шкив диаметром, соответствующим шкиву нового главного двигателя. Фундамент насоса с натяжным устройством переносится для совмещения ручьев шкивов передачи.

2.2.6 Топливная система в основном остается существующей. Заменяются трубопроводы от клапанов к топливоподкачивающим насосам на дизелях. Перепуск излишнего топлива (далее отсечное топливо) закольцовывается на подачу. Участок охлаждения, в котором происходит смешивание отсечного топлива с топливом из расходной цистерны, выполняется из трубы Ду50, это необходимо для охлаждения отсечного топлива, так как ТНВД охлаждается подходящим к нему топливом. При разрыве трубопровода высокого давления, через защитные трубки топливо поступает к датчикам протечки, установленным на двигателях сигнализирующим об аварии, и отводится в существующий бачок сбора утечек.

2.2.7 Масляная система главных двигателей является замкнутой с «мокрым» картером. Двигатели оборудованы электрическими маслопрокачивающими насосами. Запас масла хранится в существующей цистерне. Наполнение

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

18

двигателей и редукторов чистым маслом производится от существующего рукава. Заменяются новыми участки сливных трубопроводов отработанного масла двигателей и РРП. Заменяются новыми участками, трубопроводы вентиляции картеров двигателей.

2.2.9 Часть трубопроводов газовыпуска дорабатывается с учетом положения выходных колен от турбокомпрессоров до участков, расположенных в верхней части машинного отделения. Сильфонные компенсаторы тепловых расширений поставляются комплектно с дизелями. Трубопровод системы теплоизолируется.

2.2.10 Система пуска

Система в целом сохраняется согласно пр. 414В, пусковые баллоны подключаются к пневмостартерам установленным на двигатели. Перед пневмостартерами монтируются редукционные клапаны, поставляемые в комплекте с дизелями. Расчет емкости баллонов см. Приложение Е.

2.2.11 Дистанционное управление частотой вращения коленчатых валов двигателей дорабатывается по месту с изменением проводки тросиков в машинном отделении и применением цепных приводов в местах присоединения к регулятору частоты вращения.

РРП оборудованы электрическими клапанами для управления реверсом, в комплекте с РРП поставляется переключатель, управляющий клапанами. Переключатели для каждого редуктора монтируются в рулевой рубке на посту управления судном.

2.212 Электрооборудование

В комплект поставки двигателя входит система управления, индикации, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты (АПС) ED211A8-4. Система АПС включает местный и выносной пульты, комплект датчиков контроля и соединительные кабели. Местный пульт устанавливается на двигателе, выносные пульты, устанавливаются в рубке в существующий пост

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
						19

управления судном. Питание пультов управления осуществляется от существующего распределительного щита 24В.

2.2.13 При замене главных двигателей на судне максимально используется существующее электрооборудование и кабели. Для питания и управления используются кабели марки КНРк и КМПВЭВ соответственно. Прокладка и крепление вновь применяемых кабелей выполняется по существующим кабельным трассам. В местах возможного повреждения кабель прокладывается в трубах или защитных кожухах. Допускается использование существующих труб. Проход кабелей через водонепроницаемые переборки осуществляется через индивидуальные сальники.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПФв-04.160.120.001 ПЗ	Лист
											20

3 РАСЧЕТ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

3.1 Общие сведения

В качестве главной энергетической установки, работающей на гребные винты, предусматриваются два дизель-редукторных агрегата ДРРА 35К2 ЛЛ и ДРРА 35К2 ЛП состоящих их дизельного двигателя - Х6170ZС350-1 мощностью по 258 кВт (350 л.с.) при 1000 об/мин, с реверс-редукторными передачами (РРП) модели НС400 с передаточным отношением 2,04 и коэффициентом полезного действия 0,96.

Соединение ведущего вала РРП с коленчатым валом двигателя осуществляется через высокоэластичную муфту, входящую в состав РРП. Агрегаты «жестко» установлены на судовых фундаментах. Соединение фланца полумуфты РРП с валопроводом производится с применением промежуточно-проставочного вала. Характеристики агрегата представлены в таблице 1.

Дизель рядного исполнения с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха, с прямым впрыском топлива, «с мокрым картером», с системой двухконтурного жидкостного охлаждения, с пневмостартером. Направление вращения коленчатого вала – левое по ГОСТ 22836-77 (вид со стороны маховика). Направление вращения выходного вала РРП на ход вперед – правое (для двигателя правого борта), - левое (для двигателя левого борта).

Механизм реверс-редуктора состоит из пяти косозубых цилиндрических колес на трех валах с двумя многодисковыми фрикционными муфтами сцепления для работы на передний и задний ход. Сцепление муфт происходит посредством давления масла в системе гидравлики. Подача масла к одной из муфт производится навешенным на редуктор насосом через механически управляемый золотник. Передаточные отношения на передний и задний ход одинаковые.

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
21

Таблица 3.1

Наименование параметра	Значение
Марка агрегата заводская	ДРРА 35К2 ЛЛ; ДРРА 35К2 ЛП
Обозначение агрегата по ГОСТ 10150-88	6ЧНСП17/20
Мощность дизеля номинальная, кВт (л.с.)	258 (350)
Частота вращения коленвала номинальная, об/мин	1000
Передаточное отношение РРП	2,04
Частота вращения валопровода номинальная, об/мин	490
Коэффициент полезного действия РРП	≥0,96
Мощность номинальная на фланце РРП, кВт (л.с.)	247 (335)
Удельный расход топлива на номинальной мощности, г/кВт·ч	200 ^{+5%}
Удельный расход масла, г/кВт·ч	1,36
Рабочий объем, л	27,24
Масса агрегата сухая, кг	3900

Дорабатывается привод гидронасоса НШ10 от главного двигателя левого борта. На вал насоса изготавливается ременной шкив диаметром, соответствующим шкиву нового главного двигателя. Фундамент насоса с натяжным устройством переносится для совмещения ручьев шкивов передачи.

3.2 Расчет системы смазывания энергетической установки

Масляная система главного двигателя с «мокрым картером». Перед запуском двигателя масло прокачивается ручным навешенным на дизель или электрическим установленным на фундаменте двигателя маслопрокачивающим насосом до давления 98 кПа. Масляная система гидравлики реверс-редуктора обеспечивает смазывание трущихся пар механизма и включение муфт

Инв. № дубл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

22

сцепления. Запас масла хранится в существующей по пр. 414В цистерне. Наполнение двигателей и редукторов чистым маслом производится от существующего рукава. Слив отработанного масла по системе трубопроводов осуществляется в существующую по пр. 414В цистерну.

3.2.1 Расчет системы смазывания

Общий запас масла $G_{м.у.}$, т., определяем по формуле:

$$G_{м.у.} = 3C_{цир} \times P_e \times C_{цир}^{всп} \times P_e^{всп} \times \tau_x \times a_m \times \frac{P_e \times \tau_x}{\tau_m} \times \frac{P_e^{всп} \times \tau_x}{\tau_m} \times x_g \times 10^{-3}$$

где $C_{цир}$, $C_{цир}^{всп}$ - удельный эффективный расход циркулирующего масла соответственно главными и вспомогательными двигателями, кг/(кВт ч).

$$C_{цир} = 0,0009 \text{ кг/(кВт ч)};$$

$$C_{цир}^{всп} = 0,0009 \text{ кг/(кВт ч)};$$

$P_e = 258 \text{ кВт}$; $P_e^{всп} = 50 \text{ кВт}$; - номинальная эффективная мощность соответственно главных и вспомогательных двигателей;

$$\tau_x = \tau_x = 360 \text{ ч} - \text{автономность плавания};$$

$a_m = 0,22 \text{ кг/кВт}$ - удельная масса масла в сточных цистернах или картерах двигателей,

$\frac{\tau_x}{\tau_m}, \frac{\tau_x}{\tau_m}$ - количество смен масла в смазочных системах главных и вспомогательных двигателей за период автономного плавания;

$$\tau_m - \text{срок службы масла, ч., } \tau_m = 250 \text{ ч.}$$

$$G_{м.у.} = 2 \times 0,0009 \times 258 \times 0,0009 \times 130 \times 360 \times 0,22 \times \frac{258 \times 360}{250} \times \frac{50 \times 360}{250} \times 3 \times 10^{-3} \approx 1,6 \text{ т.}$$

Вместимость запасных масляных цистерн находят по выражению:

$$V_{з.м.ц.} = \frac{K_m \times G_{м.у.}}{\rho_m}$$

где $\rho_m = 0,887 \text{ т/м}^3$

$$V_{з.м.ц.} = \frac{1,1 \times 1,6}{0,887} = 1,98 \text{ м}^3$$

Инв. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

23

Вместимость маслосборника находим с учётом принятой в дизеле кратности циркуляции масла, т.е. в зависимости от того, сколько раз оно должно пройти в течение 1 часа через систему.

$$V_{\text{см.г.}} = \frac{K'_M \times Q_{\text{м.ц.}}^{\text{гл.}}}{z_{\text{ц}}^{\text{гл.}}}, \text{ м}^3$$

где $K'_M = 1,45$ - коэффициент учитывающий «мертвый» запас, увеличение объема масла при нагревании и вспенивании, а также свободный объем;

$Q_{\text{м.ц.}}^{\text{гл.}} = 2,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ - подача циркуляционного масляного насоса;

$z_{\text{ц}}^{\text{гл.}} = 50$ - кратность циркуляции масла.

$$V_{\text{см.г.}} = \frac{1,45 \times 2,6}{50} = 0,075 \text{ м}^3$$

Вместимость маслосборника вспомогательного двигателя находим аналогично:

$$V_{\text{см.вс.}} = \frac{K'_M \times Q_{\text{м.ц.}}^{\text{всп.}}}{z_{\text{ц}}^{\text{всп.}}} = \frac{1,45 \times 2,6}{50} = 0,075 \text{ м}^3$$

Вместимость расходных цистерн или сепарированного масла зависит от вместимости смазочной системы и принимается:

$$V_{\text{р.м.}} = (1,1 \div 1,5) V_{\text{с.м.}}$$

$V_{\text{р.м.}} = 1,1 \times 0,075 = 0,0825 \text{ м}^3$ - для главного двигателя;

$V_{\text{р.м.}}^{\text{всп.}} = 1,1 \times 0,073 = 0,0825 \text{ м}^3$ - для вспомогательного двигателя.

Суммарную вместимость сточных и отстойных масляных систем определяем из условия размещения в них слитого отработавшего масла за период автономного плавания:

$$V_{\text{с.м.}} = 1,1 \times [(V_{\text{см.г.}} \times x_{\text{д}}) + (V_{\text{см.вс.}} \times x_{\text{д}})] \text{ м}^3$$

где $V_{\text{см.г.}}$, $V_{\text{см.вс.}}$ - вместимость каждого маслосборника или картера, работающих главных и вспомогательных дизелей, м^3

$$V_{\text{с.м.}} = 1,1 \times [(0,075 \times 3) + (0,075 \times 3)] = 0,495 \text{ м}^3$$

Инв. №подл. Подпись и дата Подпись и дата Инв. № дубл. Подпись и дата Взам. инв. №

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Подачу резервного циркуляционного масляного насоса $Q_{н.ц.} \text{ м}^3/\text{ч}$, определяем из условия обеспечения отвода маслом необходимого количества теплоты по выражению:

$$Q_{н.ц.}^{гл} = \frac{K_M \times a_{т.м.} \times b_e \times P_e \times Q_p^H \times 10^{-3}}{c_M \times \rho_M \times \Delta t_M}$$

где $K_M = 1,4$ - коэффициент запаса подачи;

$a_{т.м.} = 0,06$ - доля теплоты, отводимая маслом от всего количества теплоты, введенного с топливом;

$b_e = 0,220$ кг/(кВт ч) - удельный эффективный расход топлива;

$P_e = 258$ кВт - эффективная мощность главного двигателя;

$Q_p^H = 42700$ кДж/т, - удельная теплота сгорания топлива;

$c_M = 0,006$ МДж/(кг К) - теплоёмкость масла;

$\Delta t_M = 8^\circ\text{C}$ - разность температур масла на выходе из дизеля и входе в него.

$$Q_{н.ц.}^{гл} = \frac{1,4 \times 0,06 \times 0,220 \times 258 \times 42700 \times 10^{-3}}{0,006 \times 887 \times 8} = 4,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Мощность, потребляющую насосами, находим по формуле:

$$N_{нас}^{гл} = \frac{K_z \times Q_H^{гл} \times P_H^{гл}}{3600 \eta_{нас}}$$

где $K_z = 1,35$ - коэффициент запаса мощности;

$P_H^{гл} = 2,5 \times 10^2$ кПа - рабочее давление в смазочной системе;

$\eta_{нас} = 0,75$ - коэффициент полезного действия насоса.

$$N_{нас}^{гл} = \frac{1,35 \times 4,8 \times 2,5 \times 10^2}{3600 \times 0,75} = 0,58 \text{ кВт}$$

Подача резервного отсасывающего насоса должна быть на 30% выше подачи циркуляционного

$$Q_{р.н.}^{гл} = 1,3 \times Q_{н.ц.}^{гл}$$

$$Q_{н.ц.}^{гл} = 1,3 \times 4,8 = 6,2/\text{ч}$$

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

25

Подачу резервного циркулярного насоса для вспомогательного двигателя определяем аналогично

$$Q_{\text{н.ц.}}^{\text{всп}} = \frac{K_M \times a_{m.m.} \times b_e^{\text{всп}} \times P_e^{\text{всп}} \times Q_p^{\text{н}} \times 10^{-3}}{c_M \times \rho_M \times \Delta t_M}$$

$$Q_{\text{н.ц.}}^{\text{всп}} = \frac{K_M \times a_{m.m.} \times b_e^{\text{всп}} \times P_e^{\text{всп}} \times Q_p^{\text{н}} \times 10^{-3}}{c_M \times \rho_M \times \Delta t_M}$$

$$Q_{\text{н.ц.}}^{\text{всп}} = \frac{1,4 \times 0,06 \times 0,220 \times 50 \times 42700 \times 10^{-3}}{0,006 \times 887 \times 8} = 0,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$N_{\text{нас}}^{\text{всп}} = \frac{K_3 \times Q_{\text{н.ц.}}^{\text{всп}} \times P_{\text{н}}^{\text{всп}}}{3600 \eta_{\text{нас}}}$$

$$N_{\text{нас}}^{\text{всп}} = \frac{1,4 \times 0,9 \times 2,5 \times 10^2}{3600 \times 0,75} = 0,12 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{р.н.}}^{\text{всп}} = 1,3 \times Q_{\text{н.ц.}}^{\text{всп}}$$

$$Q_{\text{р.н.}}^{\text{всп}} = 1,3 \times 0,9 = 1,17 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Производ-ть сепаратора :

$$V_{\text{м.с.}} = \frac{m \times \sum V_{\text{с.м.}}}{t_c}$$

где $m = 3$ - кратность очистки масла;

$V_{\text{см}}$ суммарная вместимость маслосборников дизелей, установленных на судне; $V_{\text{см}} = 2V_{\text{с.м.г.}} + 2V_{\text{с.м.вс}} = 3(0,075 + 0,075) = 0,4 \text{ м}^3$

$t_c = 10$ ч-время работы сепаратора в сутки.

$$V_{\text{м.с.}} = \frac{3 \times 0,3}{10} = 0,1 \text{ м}^3$$

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

26

3.3 Расчёт топливной системы

3.1.3 Топливная система в основном остается существующей по пр. 414В. Заменяются трубопроводы от клапанов к топливоподкачивающим насосам на дизелях. Перепуск излишнего топлива (далее отсечное топливо) закольцовывается на подачу. Участок охлаждения, в котором происходит смешивание отсечного топлива с топливом из расходной цистерны, выполняется из трубы Ду50, это необходимо для охлаждения отсечного топлива, так как ТНВД охлаждается подходящим к нему топливом. При разрыве трубопровода высокого давления, через защитные трубки топливо поступает к датчикам протечки, установленным на двигателях сигнализирующим об аварии, и отводится в существующий бачок сбора утечек.

Запас дизельного топлива необходимый для работы главных дизелей при пуске на маневрах и.т.д. и вспомогательных двигателей.

$$G_{gm} = (x_g + x_{всп} \times b_e^{всп} \times P_e^{всп}) \tau_a \times 10^{-3}, \text{ т} \quad (4.2)$$

где: $x_{всп}=1$ - количество вспомогательных двигателей;

$b_e^{всп}=0,204$ кг/(кВт ч) - удельный эффективный расход топлива вспомогательным двигателем;

$P_e^{всп} = 50$ кВт - мощность вспомогательного двигателя.

$$G_{gm} = (2 \times 0,220 \times 258 + 1 \times 0,204 \times 50) 360 \times 10^{-3} = 44 \text{ т.}$$

Вместимость запасной топливной цистерны топлива определяем по формуле, м³:

$$V_{з.м.ц.}^м = \frac{K_m \times G_{д.м.}}{\rho_m^м} \quad (4.3)$$

где $K_m=1,1$ - коэффициент учитывающий «мёртвый» запас топлива;

$G_{м.м.}=57.2$ - запас моторного топлива;

$\rho_m^м=0,97$ т/м³ - плотность моторного топлива.

$$V_{з.м.ц.}^м = \frac{1,1 \times 44}{0,97} = 50 \text{ м}^3$$

Инд. №подл. Подпись и дата Инв. № дубл. Подпись и дата Инв. № инв. № Взам. инв. № Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

27

Вместимость цистерны аварийного запаса топлива определяем из расчета его суточной потребности, м³:

$$V_{a.m.ц.} = \frac{K_m \times 24 \times x_d \times b_e \times P_e \times 10^{-3}}{\rho_m^g} \quad (4.4)$$

$$V_{a.m.ц.} = \frac{1,1 \times 24 \times 2 \times 0,220 \times 258 \times 10^{-3}}{0,86} = 3,5 \text{ м}^3$$

Вместимость расходно-отстойных цистерн для вспомогательных дизелей определяют из условия обеспечения их работы не менее 4 часов, м³:

$$V_{р.о.ц.}^{всп} = \frac{K_m \times 4 \times x_{всп} \times b_e^{всп} \times P_e^{всп} \times 10^{-3}}{\rho_m^d} \quad (4.7)$$

$$V_{р.о.ц.}^{всп} = \frac{1,1 \times 4 \times 1 \times 0,204 \times 50 \times 10^{-3}}{0,86} = 0,15 \text{ м}^3$$

Вместимость расходной цистерны дизельного топлива равна:

$$V_{р.о.ц.}^d = V_{р.о.ц.д.}^{гл} + V_{р.о.ц.}^{всп} = 3,5 + 0,15 = 3,65 \approx 4 \text{ м}^3 \quad (4.10)$$

Вместимость расходной цистерны дизельного топлива равна:

$$V_{с.m.ц.} = (0,06 \div 0,12) \frac{\sum P_e}{1000} = 0,07 \times \frac{566}{1000} = 0,0396 \text{ м}^3 \quad (4.11)$$

где $\sum P_e$ - суммарная мощность главных и вспомогательных дизелей, кВт:

$$\sum P_e = 3P_e^{вл} + 3P_e^{всп} = 2(258 + 50) = 566 \text{ кВт} \quad (4.12)$$

Для заполнения запасных и расходно-отстойных цистерн, перекачивания топлива из одних отсеков в другие используют топливоперекачивающие насосы. Подача насоса зависит от вместимости цистерны и определяется по выражению.

$$Q_n = V_{ц} / \tau_{ц} \quad (4.13)$$

Где $V_{ц}$ - вместимость цистерны, м³;

$\tau_{ц}$ - время заполнения или опорожнения цистерны, ч.

Насос дизельного топлива:

$$Q_n^d = \frac{50}{4} = 12,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Насос, подкачивающий дизельное топливо:

$$Q_n^{нд.} = 2,26/1 = 2,26 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Инв. №подл. Подпись и дата Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

28

Мощность, потребляемую насосом определяем по формуле:

$$N_{\text{нас}} = \frac{K_z Q_n P_n}{3600 \eta_{\text{нас}}} \quad (4.14)$$

где $K_z = 1,35$ - коэффициент запаса мощности;

$\eta_{\text{нас}} = 0,45$ - коэффициент полезного действия насоса;

$P_n = 3,5 \cdot 10^2 \text{ кПа}$ - давление топливоперекачивающих насосов.

Насос дизельного топлива:

$$N_{\text{нас}}^{\text{д}} = \frac{1,35 \times 12,5 \times 3,5 \times 10^2}{3600 \times 0,45} = 3,65 \text{ кВт}$$

Насос, подкачивающий дизельное топливо:

$$N_{\text{нас}}^{\text{нд}} = \frac{1,35 \times 2,26 \times 3,5 \times 10^2}{3600 \times 0,45} = 0,7 \text{ кВт}$$

3.4 Система водяного охлаждения

Вновь установлена система охлаждения двигателя без внешних элементов, все охладители и помпы подвешены к двигателям и коробкам передач. Заборная вода подается к подвесным водяным насосам и выходит из маслорадиаторов редуктора заднего хода.

3.5 Система газовыпуска

Система газовыпуска обеспечивает отвод выхлопных газов от турбокомпрессоров дизелей в атмосферу. Трубопроводы системы оборудованы сифонными компенсаторами тепловых расширений и теплоизолированы.

3.6 Система пуска

Система в целом сохраняется согласно пр. 414Н, пусковые баллоны подключаются к пневмостартерам установленным на двигатели. Перед пневмостартерами монтируются редукционные клапаны, поставляемые в комплекте с дизелями.

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

3.7 Средства управления и контроля

3.7.1 Запуск, останов, контроль параметров работы главного двигателя осуществляется электронной системой управления, индикации, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты (АПС) ED211A8-4, состоящей из местного поста управления и контроля и комплекта датчиков на двигателе и реверс-редукторе. В рулевой рубке в пульте управления судном (ПУС) установлен пост дистанционного управления и контроля двигателя, входящий в состав системы ED211A8-4. Система обеспечивает индикацию числа оборотов коленчатого вала, давление масла, температуру масла и воды внутреннего контура двигателя. При выходе контролируемых параметров за допустимые пределы система подает световой и звуковой сигналы. При достижении предельной частоты вращения коленчатого вала или критического давления масла система автоматически останавливает двигатель. Также система оборудована функцией самоконтроля. Реверс-редуктор оборудован необходимыми контрольно-измерительными приборами.

3.7.2 Дистанционное управление частотой вращения коленчатых валов двигателей дорабатывается по месту с изменением проводки тросиков в машинном отделении и применением цепных приводов в местах присоединения к регулятору частоты вращения. РРП оборудованы электрическими клапанами для управления реверсом, в комплекте с РРП поставляется переключатель, управляющий клапанами. Переключатели для каждого редуктора монтируются в рулевой рубке на посту управления судном.

3.8 Электрооборудование

Питание АПС напряжением 24 В осуществляется от существующего распределительного щита 24В.

Канализация тока и кабель

Инов. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
30

Для питания потребителей (приборы и коммутационная аппаратура) и АПС электроэнергией предусмотрен кабель, поставляемый совместно с двигателем.

Прокладка и крепление вновь применяемых кабелей выполняется по существующим кабельным трассам. В местах возможного повреждения, кабель прокладывается в трубах Ду50. Проход кабелей через водонепроницаемые переборки осуществляется через индивидуальные сальники.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

4 РАСЧЕТ ВАЛОПРОВОДА, ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ МАСС И ВИБРАЦИЙ

4.1 Общие сведения

Настоящий расчет произведен с целью проверки существующего на судне пр. 414В валопровода требованиям Правил Российского Речного Регистра после замены главного двигателя.

Исходные данные:

– марка двигателя

X6170ZC350-1

– номинальная мощность на фланце РРП, кВт (л.с.) 247

(335)

– частота вращения коленчатого вала, об/мин 1000

– передаточное отношение РРП 2,04

– частота вращения валопровода, об/мин 490

Диаметр гребного вала без осевого отверстия, мм, должен быть не менее определяемого по формуле:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{P}{k C_{EW} n}}$$

где $R_m = 530$ МПа – временное сопротивление материала вала (сталь 35);

k – коэффициент, $k = 150$ для гребных валов;

$C_{EW} = 1,0$ – коэффициент для судов без ледового усиления;

$P = 247$ кВт – расчётная мощность, передаваемая валом;

$n = 490$ об/мин – расчётная частота вращения вала.

Минимальный диаметр гребного вала составляет 96,89 мм. Фактический диаметр гребного вала на судне пр. 414В составляет 100 мм.

Произведённый расчёт подтверждает соответствие Правилам РРР в части прочностной характеристики гребного и упорного валов при эксплуатации нового двигателя.

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

32

4.2 Расчет изменения нагрузки масс

Расчет нагрузки масс теплохода «СПН-709-Б» пр. 414В после замены главных двигателей, произведен методом снимаемых и принимаемых весов.

Расчет выполнен для следующих случаев нагрузки:

Судно порожнем.

Для определения действующих значений нагрузки масс отталкиваемся от базового проекта 414В. Водоизмещение судна до замены главных двигателей составляет 217 т.

Расчет см. таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Наименование параметра	Масса, т	Плечи, м			Моменты, тм		
		х от миделя	у от ДП	z от ОП	M _x	M _y	M _z
Снимаемые массы							
Судно пр. 414В порожнем до замены главных двигателей	217	-15,2	0,07	1,0	-3298,4	15,19	217
Снимаемые массы							
Двигатель 6ЧНСП18/22-225 – 2 шт	4,33*2=8,66	-22,2	0,0	1,5	-192,25	0	12,99
Добавляемые массы							
Двигатель ДРРА 35К2 ЛЛ; ДРРА 35К2 ЛП.	3,9*2=7,8	-23,2	0,0	1,3	-180,96	0	10,14
Итого судно после замены приводного двигателя ДГ	216,14	-15,2	0,07	0,99	-3287,11	15,19	214,15

Изменение нагрузки масс составляет 860 кг, что составляет 0,40% от водоизмещения судна в состоянии нагрузки «порожнем». Следовательно, допускается не корректировать «Информацию об остойчивости и непотошляемости».

4.3 Расчет общей и местной вибрации

Инв. №подл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

33

Введение

Настоящий расчет выполнен с целью проверки вибрационной прочности корпуса теплохода пр. «СПН-709-Б» пр. 414В, рег. № 017676.

Расчет выполнен на основании Правил Российского Речного Регистра, часть I, «Корпус и его оборудование», 2019 г.

Расчет сводится к проверке отсутствия резонанса между свободными колебаниями корпуса в целом и отдельных его конструкций и вынужденными колебаниями, обусловленными работой главного двигателя и гребного винта.

4.3.1 Расчет общей вибрации

Согласно п. 2.6.6 части 1 ПКПС для предотвращения резонанса частот свободных колебаний первого тона должны отличаться не менее чем на 15%, а второго тона не менее чем на 20% от частот возмущающих сил, численно равным:

- частоте вращения гребного винта;
- частоте вращения гребного винта, умноженной на число лопастей;
- частоте вращения коленчатого вала двигателя;
- удвоенной частоте вращения коленчатого вала двигателя;
- частоте вращения коленчатого вала двигателя, умноженной на число рабочих циклов n_c в цилиндрах двигателя за один оборот коленчатого вала.

$n_c = ki$, где

k – коэффициент, равный для двигателя четырехтактного 0,5

i – число цилиндров двигателя

$n_c = 0,5 \times 6 = 3$

Частоту N_1 свободных вертикальных колебаний первого тона применительно к корпусу грузовых судов, вычисляется по формуле, Гц:

$$N_1 = 6,25 \times 10^4 \sqrt{\frac{I}{(1.2 + \frac{B}{3T})DL^3}}$$

Инв. № подл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

34

где $I=0,235 \text{ м}^4$ – момент инерции площади миделевого сечения эквивалентного бруса

$B=10,0 \text{ м}$ — ширина судна

$T=0,5 \text{ м}$ — осадка судна без груза, м;

$T= 1,50 \text{ м}$ — осадка судна с грузом, м;

$D=217,0 \text{ т}$ — водоизмещение судна без груза, т;

$D=828,0 \text{ т}$ — водоизмещение судна в грузу, т.

$L=63,42 \text{ м}$ — расчетная длина судна.

Без груза:

$$N_1 = 6,25 \times 10^4 \sqrt{\frac{0,235}{\left(1,2 + \frac{10,0}{3 \times 0,5}\right) 217,0 \times 63,42^3}} = 1,45 \text{ Гц}$$

Частоту N_2 свободных вертикальных колебаний второго тона применительно к корпусу грузовых судов, вычисляется по формуле

$$N_2 = 2,6N_1$$

$$N_2 = 2,6 \times 1,45 = 3,77 \text{ Гц}$$

В грузу:

$$N_1 = 6,25 \times 10^4 \sqrt{\frac{0,235}{\left(1,2 + \frac{10,0}{3 \times 1,5}\right) 828 \times 63,42^3}} = 1,12 \text{ Гц}$$

Частоту N_2 свободных вертикальных колебаний второго тона применительно к корпусу грузовых судов, вычисляется по формуле

$$N_2 = 2,6N_1$$

$$N_2 = 2,6 \times 1,12 = 2,91 \text{ Гц}$$

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА ПОД ГЛАВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Цель модернизации является замена выработавших свой ресурс ГД, на современные агрегаты.

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
35

5.1 Проектирование связей фундамента

1. Размеры опорных поверхностей фундаментов должны быть приняты в соответствии с техническими условиями на поставку главных механизмов и обеспечить размещение опорных элементов и крепление механизмов.

Габаритные размеры опорных листов (поясков) фундаментов должны быть больше размеров фундаментных рам механизмов на 10 мм с каждой стороны.

2. Когда по условиям эксплуатации главного механизма необходима установка боковых упоров, то при проектировании опорной поверхности фундамента ширина опорных листов (поясков) должна быть увеличена до размеров, необходимых для размещения упоров.

3. Если главные механизмы устанавливаются непосредственно на настиле второго дна, под опорными частями фундаментной рамы необходимо предусматривать опорные листы, ввариваемые в настил второго дна. Толщиной не менее требуемой по формуле (1).

4. В случае, если базовые размеры редуктора больше или меньше базовых размеров механизма, опорная поверхность фундамента должна соответствовать габаритным размерам фундаментных рам редуктора и механизма.

5. Фундаменты, устанавливаемые на клиньях, регулируемых сферических и выравнивающих прокладках, а также на амортизаторах, должны иметь приварные пластики, за исключением фундаментов, у которых расстояние между пластиками менее 50 мм или суммарная площадь пластиков больше 50% площади опорной поверхности.

6. Толщина пластика назначается в зависимости от длины опорного листа ($L, м$) не менее, мм при $L < 3$ - $S = 14$; $L > 3$ - $S = 20$. Толщина пластиков должна быть достаточной, чтобы после обработки пластик имел толщину не менее 4 мм. Толщина пластика не входит в толщину опорной поверхности.

7. Для фундамента из алюминиевых сплавов при установке главных механизмов на пластики обработка пластиков не обязательно.

Инв. № дубл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

36

8.Количество и размеры вертикальных связей фундамента при проектировании зависит от габаритных размеров, типа мощности механизма, а также от места расположения фундамента в корпусе.

9.Вертикальные стенки фундаментов и подкрепляющие их brackets и кницы должны быть совмещены с продольным и поперечным набором корпуса.

10.При установке фундаментов в районе машинного (машинно-котельного отделения) продольные стенки фундаментов следует совмещать с днищевыми стрингерами; при не совмещении - установка одной из продольных стенок фундамента под основным стрингером обязательно. В плоскости другой продольной стенки фундамента должен быть предусмотрен дополнительный стрингер. Допускается в случае невозможности совмещения продольных стенок фундамента с основными днищевыми стрингерами устанавливать дополнительные стрингеры под каждой стенкой фундамента.

11.Продольные стенки фундамента на флорах должны быть подкреплены поперечными бrikетами кницами, которые следует устанавливать в плоскости флоров Брикеты должны иметь высоту, допускаемую размерами выступающих частей механизма, а высота книц должна быть равна высоте продольных стенок.

5.2 Требования к изготовлению судовых фундаментов

Общие положения

1.Изготовление, сборка, сварка и установка фундаментов должны быть выполнены с обязательным соблюдением требований «Правил техники

Инов. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
37

безопасности и производственной санитарии для судостроительных и судоремонтных работ» ОСТ 5.0241-78.

2. Фундаменты должны быть изготовлены в соответствии с рабочими чертежами с соблюдением допусков на размеры. Не плоскостность и не параллельность опорных поверхностей в соответствии с ОСТ 5.9324-79.

3. До установки на судно фундаменты должны быть загрунтованы согласно ост 5.9566-83, окрашены по схеме окраски, за исключением мест приварки; покрыты специальной изоляцией, предусмотренной чертежом, и не должны иметь деформаций и повреждений.

4. Установка фундаментов должны быть принята техническим контролем и одобрена организацией, осуществляющей надзор.

5.3 Требования к обработке деталей фундамента

1. Обработку опорных поверхностей стальных фундаментов следует производить в соответствии с ОСТ 5.9866-81, а из алюминиевых сплавов - по ОСТ 5.9897-82.

2. Толщина опорной поверхности после обработки должна быть не менее указанной в рабочих чертежах. Допускаемые отклонения опорной поверхности – по ОСТ 5.9324-79.

3. При установке главных двигателей на клиньях опорную поверхность следует обрабатывать с уклоном наружу в соответствии с ОСТ 5.4109-74.

4. Для уменьшения площади обработки опорных листов допускается изготавливать их из двух деталей различной толщины или предусматривать установку платиков.

5. Стыковые сварные швы опорной поверхности фундаментов должны быть зачищены заподлицо и подвергнуты контролю неразрушающим способом.

5.4 Сборка, сварка и установка фундаментов

Инд. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
-------------	----------------	--------------	--------------	----------------

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

1. Сборку фундаментов следует производить в соответствии с ОСТ 5.9092-81, ОСТ 5.9897-82.

2. При изготовлении фундаментов одним узлом следует проверять расстояние между продольными стенками и брикетами. Днищевые стрингеры в МО, являющиеся фундаментными стенками под главные механизмы, должны проверяться аналогично фундаментам.

Таблица 4.1- Установка фундаментов

Установка фундаментов	Проверочные работы (выбор баз)
С большим числом балок подкреплений	Определение максимального количества и положения точек установочной базы, обеспечивающих минимум работ по монтажным соединениям. Определения оптимального количества и положения точек контрольной базы, исключающих прочерчивание и сдачу под сварку секций, имеющих отклонения, превышающие допустимые ОСТ5.961-84
Под механизмы ЛВ (линии вала) и опоры гребного вала	Определение оптимального количества и положения точек установочной базы, обеспечивающих минимум пригоночных работ. Назначение точек контрольной базы для обеспечения заданного уклона ЛВ
Под механизмы ЛВ	При изменении формы килевой линии корпуса необходимо назначать контрольную базу для проверки положения кормовой точки оси ЛВ относительно корпуса судна

3. В целях исключения бухтиноватостей платиков после их приварки к опорным листам (пояскам) фундаментов на поле платика следует предусматривать точечные провары на расстоянии 200 мм

4. Контроль сварных швов – по ОСТ 5.1093-78.

Инов. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

5. В деталях фундаментов вырезы для прохода швов сварных соединений, кроме особо оговоренных, следует выполнять радиусом 30 мм, для протока жидкости – 50 мм.

Обрезка концов незакрепленных поясков и профилей должна соответствовать действующим стандартам.

6. Правка фундаментов после сварки производить в соответствии с ОСТ 5.9621-83.

5.5 Расчёт фундамента

В качестве основного материала для фундамента следует применять стали марок и категорий, идущих на изготовление основного корпуса, по ГОСТ 5521-86.

Минимальная толщина (S) деталей фундаментов под высокооборотные главные механизмы с частотой вращения свыше 1500 мин⁻¹ должна быть не менее определенной по формуле:

$$S := 1.2a \cdot \sqrt[3]{0.33Q + 0.018N + 0.7 \cdot 10^{-3} \cdot z \cdot d^2}$$

где а – коэффициент:

опорный лист (поясок) – 4,15;

стенка - 2,70;

бракета, кница – 2.50;

Q – масса механизма, Q = 3,5 т.

N – мощность механизма, N=258кВт.

Z – кол-во крепёжных болтов, z = 72.

d – диаметр крепёжных болтов, d = 16 мм.

1. Расчёт толщины для опорного листа (пояска):

$$S := 1.2 \times 4.15 \cdot \sqrt[3]{0.33 \times 1.5 + 0.018 \times 258 + 0.7 \cdot 10^{-3} \cdot 72 \cdot 16^2} = 10 \text{ мм}$$

2. Расчёт для стенки:

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист
<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>					

$$S:=1.2 \times 2.7 \cdot \sqrt[3]{0.33 \times 1.5 + 0.018 \times 258 + 0.7 \cdot 10^{-3} \cdot 72 \cdot 16^2} = 18 \text{ мм}$$

3. Расчет для кницы:

$$S:=2.5 \times 2.7 \cdot \sqrt[3]{0.33 \times 1.5 + 0.018 \times 258 + 0.7 \cdot 10^{-3} \cdot 72 \cdot 16^2} = 10 \text{ мм}$$

6 ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

В дипломном проекте производится замена главных двигателей на новые агрегаты.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
						41

В узлах крепления механизмов к фундаментам, применяют сферические подкладки, которые компенсируют отклонения в расположении фундаментов на судне и позволяют согласовать свободные допуски на размеры корпусных конструкций со строгими допусками на базирование механизмов.

Механизмы, как правило, соединяют с фундаментом проходными и частично призонными болтами. Призонные болты служат дополнительным элементом для обеспечения неподвижности механизма на фундаменте при действии сдвигающих нагрузок в плоскости крепления. Они имеют плотную посадку (с натягом) в отверстии узла крепления, для обеспечения которой необходима точная, геометрически правильная форма отверстия. Получаемая специальной операцией развертывания после сверления фундамента

Сохранение стендовой сборки достигается применением динамометров для контроля распределения нагрузок от силы тяжести двигателя на его опорный фланец.

Технологический процесс включает в себя следующие операции:

1. Подготовительная

Очищаем опорные поверхности фундамента и отмечаем осевые риски. На очищенную поверхность устанавливаем пластики в местах предполагаемого сверления отверстий для крепления фундаментной рамы двигателя. Привариваем металлические пластинки согласно ГОСТ 5264-80.

2. Погрузка двигателя на судовой фундамент

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

						<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			42

Опускаем двигатель краном, под наблюдением мастера такелажных работ. Двигатель должен быть расконсервированным и опускаться на деревянные брусья.

3. Центровка механизма оптическим методом

Центровку в корпусе судна выполняют при помощи оптической струны ДП-477, конструкции Б.М. Левина, имеющий ряд преимуществ по сравнению с другими аналогичными приборами, так как имеет погрешность на порядок ниже, чем приборы других конструкций.

Также производится измерение изломов и смещений с помощью двух пар стрел и щупа. Этот способ применяют при малых диаметрах валов или при отсутствии на них фланцев.

Стрелы - это дополнительные устройства, размещаемые на торцах валов. Измерение зазоров производят между элементами стрел.

Измерение выполняют с совместным поворотом валов в четырех положениях: до поворота, с поворотом на 900, 1800, и 2700.

Несоосность валов и двигателя характеризуется параллельными смещениями δ мм и изломами осей φ мм/м, измеренными в вертикальной и горизонтальной плоскости.

Несоосность определяют по величине зазоров между стрелами, измеренных щупом или индикатором, при повороте не соединенных болтами валов. Зазоры $Z_{1в}$ и $Z_{2н}$ характеризуют смещение валов, а зазоры $X_{1в}$ и $X_{2н}$ излом осей.

Инд. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

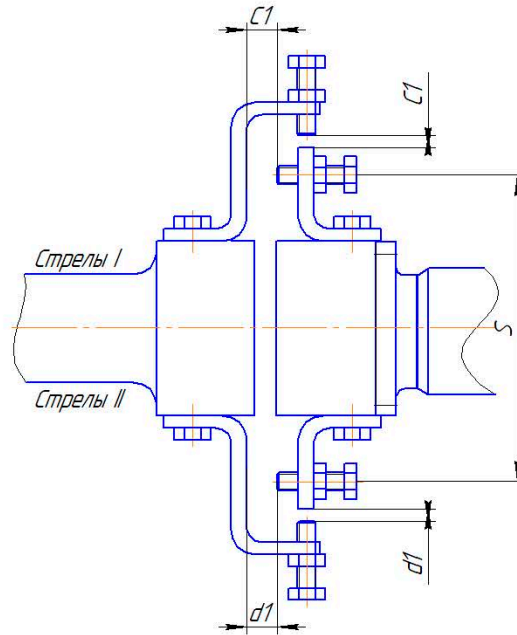


Рисунок - 6.1 Замеры смещений и изломов по стрелам.

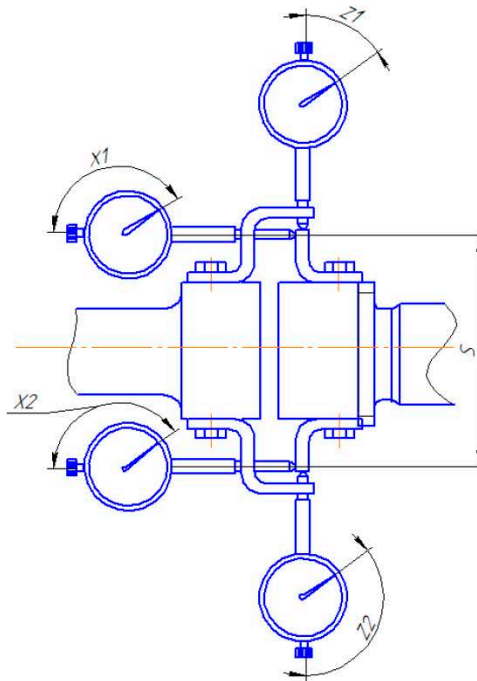


Рисунок - 6.2 Замеры смещений и изломов по стрелам и индикаторам

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

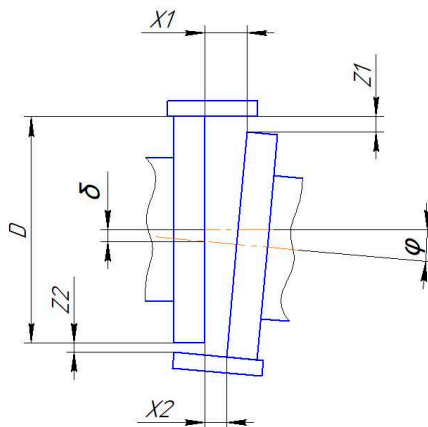


Рисунок - 6.3 Контроль излома и смещения валов

В таблице 6.1 приведены допустимые величины несоосности при центровке главных двигателей

Таблица 6.1 - Допустимые величины несоосности

Место измерения соосности валов				Тип соединительной муфты				
Жесткая фланцевая		Подвижная зубчатая		Упругая				
с резиновыми вкладышами				Шинно-пневматическая				
δ, мм	φ, мм/м	δ, мм	φ, мм/м	δ, мм	φ, мм/м	δ, мм	φ, мм/м	
На стапеле	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,15	0,60	0,70
На плаву	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,30	14,20	1,40

В табл. 6.2 приведены допустимые величины изломов и смещений валов

Таблица 6.2 - Допустимые величины изломов и смещений

Вид соединения	Допустимые величины			
	Смещение, мм		Излом мм/м	
	На стапеле/На судне		На стапеле/На судне	
Центровка валопроводов	0,15	0,30	0,20	0,40
Центровка вспомогательных механизмов:	0,05	0,10	0,05	0,10
- жесткая муфта				
- кулачковые или зубчатые муфты	0,10	0,20	0,10	0,20
	0,15	0,30	0,75	1,0

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

- упругие муфты

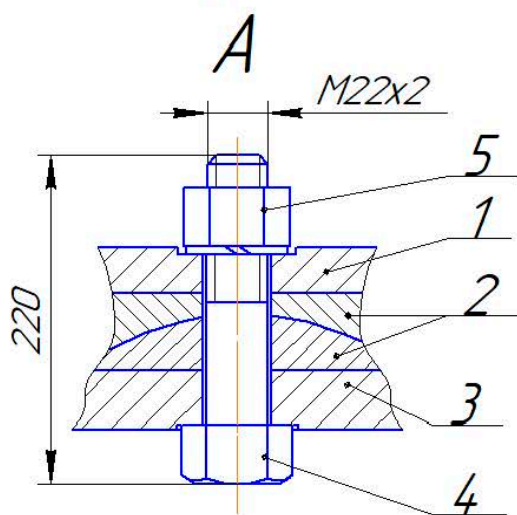
4. Слесарная операция

Сверлим у центрального двигателя отверстия в фундаменте, через лапы двигателя, с помощью станка марки СПС-35 с электромагнитным креплением.

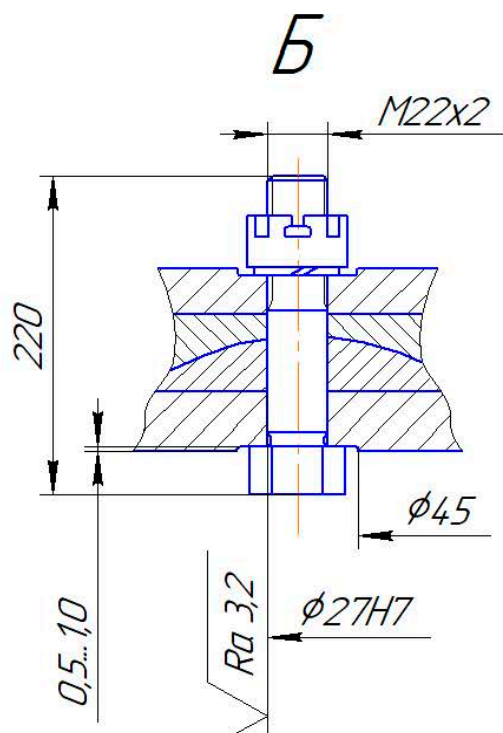
5. Монтажная операция

Замеряем зазор между лапами двигателя и судовым фундаментом. Устанавливаем сферические подкладки. Заготовку сферических подкладок типовых размеров производят заблаговременно. Перед установкой их на опорную поверхность фундамента необходимо обрезать торец верхней подкладки по замеру на месте. При определении размеров подкладок следует учесть допускаемые удельные давления на подкладку. Для стальных металлических подкладок допускаемое давление не должно превышать 40 МПа. Затем следует переместить обе подкладки по наклонной опорной поверхности фундамента до соприкосновения с лапой двигателя и фундаментом. Затягиваем болты расчетным моментом затяжки динамометрическим ключом.

Болт крепежный



Болт призонный



Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм Лист № докум. Подпись Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

46

Рисунок - 6.4 Монтажная операция

- 1-двигатель;
- 2-сферическая подкладка;
- 3-фундаментная рама;
- 4-болт;
- 5-гайка

Вставить болты (ГОСТ 7798-70) в отверстия и завернуть динамометрическим ключом с усилием затяжки: $M_{зат} = k \times G_T \times d_{вн}^3 \text{ кг/см}$

$$M_{зат} = 0.13 \times 280 \times 2,2^3 = 387 \text{ кг/см,}$$

где, $k=0,15$ – коэффициент затяжки для болтов из углеродистой стали;

$G_T = 28 \text{ кг/мм}^2$ - предел текучести материала болта, (Ст35);

$d_{вн} = 22 \text{ мм}$ - внутренний диаметр резьбы.

Крепежные болты заводятся со стороны фундамента , резьба должна быть смазана солидолом УС-1 по ГОСТ 1033-79.

6.Контрольная операция

Проверить все необходимые размеры

Оборудование:

- Оптическая струна ДП 477

Инструменты:

- Ключ динамометрический ОВ 350-40

Изм. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
47

Расчет режимов сверления:

Выбираем ИП - 1014А.

Характеристики:

Диаметрнеобходимого сверления ($d=23$ мм)

Мощность эл. двигателя $N_{эд}=1,9$ кВт

Частота вращения $n=220 - 230$ мин⁻¹;

Давление воздуха $P_v=0,5-0,7$ МПа.

Глубина резания

$t=0,5 D$ (для сверления),

$t_1=11,5$ мм

Подача

$S_0=0,6$ мм/об (для серого чугуна при $HB>170$)

$T=105-110$ мин - период стойкости инструмента [11,табл 30]

Скорость сверления, м/мин:

$$V_1 = \frac{C_v \cdot D_1^q}{T_m \cdot S_0^y} \cdot K_v = \frac{17,1 \cdot 23^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,6^{0,4}} \cdot 0,8 = 22,4$$

где, $C_v=17,1$; $q=0,25$; $y=0,4$; $m=0,125$ [11, табл28]

Общий поправочный коэффициент резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{iv} = 1,07 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 0,8$$

где $K_{mv} = 1,07$ -коэффициент на обрабатываемый материал

$$K_{Mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} = \left(\frac{190}{180}\right)^{1,3} = 1,07$$

$n_v=1,3$ - для серого чугуна [11, табл2, стр262]

$$K_{uv} = 1,0 \text{ [11, табл 6]}$$

$$K_{iv} = 0,75 \text{ [11, табл 31]}$$

Частота вращения, мин-1:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 22,4}{3,14 \cdot 23} = 324^{-1}$$

Изм. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

48

принимаем: $n=220 \text{ мин}^{-1}$.

Определяем фактическую скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000}$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_{cm}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 220}{1000} = 15,8 \text{ М/МИН}$$

Крутящий момент, Н·м, и осевая сила, Н:

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^4 \cdot S^y \cdot K_p = 59,9 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^{q_2} \cdot S^{y_2} \cdot K_p = 1192 \text{ Н}$$

$$C_m = 0,012; C_p = 42; q = 2,2; y = 0,8; q_2 = 1,2; y_2 = 0,75$$

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{180}{HB}\right)^{n_v} = \left(\frac{180}{190}\right)^{0,6} = 0,97$$

Мощность резания, кВт:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{59,9 \cdot 220}{9750} = 1,35 \text{ кВт} < N_{эд} = 1,85 \text{ кВт}$$

что меньше мощности сверлильного станка. Сверление возможно.

Расчёт времени выполнения операции и использования оборудования

Штучное время $T_{шт}$ - время и рассчитывается:

$$T_{шт} = T_m + T_{всп} + T_{обс} + T_{отд}, (\text{мин})$$

Определяем машинное время, мин:

$$T_m = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$$

где i - число проходов, $i=1$

$$L = l + \Delta l = 25 + 2 = 27 \text{ мм}$$

n - частота вращения, мин⁻¹;

S - подача, м;

$$T_m = \frac{27,1}{220 \cdot 0,6} = 0,21 \text{ мин}$$

Инв. № подл.

Подпись и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

49

Вспомогательное время

К этому времени относится время, затрачиваемое на установку, закрепление, время на управление станком при подготовке рабочего хода, выполнение измерений в процессе обработки [16].

$$T_{всп} = 3 \cdot 0.6 + 0.7 + 0.3 + 4 \cdot 0.13 = 3.32 \text{ мин}$$

Оперативное время

Сумму машинного и вспомогательного времени называют оперативным временем:

$$T_{оп} = T_m + T_{всп}.$$

$$T_{оп} = 0.21 + 3.32 = 3.53 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{обс} = (3 \dots 8 \%) \cdot T_{оп};$$

$$T_{отд} = (4 \dots 9 \%) \cdot T_{оп};$$

$$T_{обс} = 0.05 \cdot 3.53 = 0.177 \text{ мин}$$

$$T_{отд} = 0.09 \cdot 3.53 = 0.32 \text{ мин}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{шт.к} = 0.1 + 3.53 + 0.177 + 0.32 + 22/8 = 7.79 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{из}}{n}$$

Технологический процесс монтажа приведен в Приложении Б.

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
50

7 ОХРАНА ТРУДА И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

7.1 Общее положение

Охрана труда - система законодательных актов, социально-экономических, организационно-технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасности, сохранения здоровья и работоспособность человека в процессе труда.

Новое оборудование - представляет собой агрегат, в составе которого присутствует электродвигатель, поэтому необходимо предусмотреть условия труда, согласно ГОСТа 12.1.012 – 2004.

Рассмотрим электробезопасность насоса.

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

рода и величины напряжения и тока;

1. Частоты электрического тока;
2. Пути тока через человеческое тело;
3. Продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
4. Условий внешней среды.

Электробезопасность обеспечивается:

1. Конструкцией электроустановок;
2. Техническими способами и средствами защиты;
3. Организационными и техническими мероприятиями.

Технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность, устанавливаются с учетом:

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

51

1. Номинального напряжения, рода и частоты тока электроустановки;
2. Вида исполнения (стационарные, переносные);
3. Условий внешней среды (особо опасные помещения, помещения повышенной опасности, помещения без повышенной опасности);
4. Возможность снятия напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых производится работа;
5. Характера возможного прикосновения человека к элементам цепи тока:
 - a) Однофазное (однополюсное) прикосновение;
 - b) Двухфазное (двухполюсное) прикосновение;
 - c) Прикосновение к металлическим нетоковедущим частям, оказавшихся под напряжением.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям применяем следующие способы и средства:

1. Защитные оболочки;
2. Безопасное расположение токоведущих частей;
3. Изоляция токоведущих частей;
4. Защитное отключение, предупредительная сигнализация, блокировка и знаки безопасности.

К работе в электроустановках допускаются лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности и не имеющих медицинских противопоказаний, установленных Министерством здравоохранения России.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
						52

Шум. Контроль уровней шума производится в процессе приемосдаточных испытаний, после проведения ремонта или переоборудования – часто приводят к изменению уровней шума в местах нахождения людей.

Результаты измерений оформляют протоколом испытаний, содержащим:

1. Наименование и тип судна, номер проекта и порядковый номер в серии;
2. Год постройки, порт приписки, дату проведения испытаний;
3. Наименование организации и фамилии операторов, производивших испытания; данные о проведении испытаний, глубине, силе ветра, и.т.п
4. Информацию о загрузке судна; сведения о режиме работы судна, энергетической установке (нагрузка и частота вращения ГД, частота вращения винта, работающие дизель-генераторы), технологического и рефрижераторного оборудования;
5. Перечень измерительной аппаратуры;
6. Оценку соответствий уровней шума действующим нормативам.

Пожарная безопасность обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Системы пожарной безопасности характеризуются уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач:

1. Исключать возникновение пожара;
2. Обеспечивать пожарную безопасность людей;
3. Обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;

Инд. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Индв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

53

4. Обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

Объекты имеют системы пожарной безопасности, направленные на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений на требуемом уровне.

Опасными факторами, воздействующими на людей и материальные ценности, являются:

1. Пламя и искры;
2. Повышенная температура окружающей среды;
3. Токсичные продукты горения и термического разложения;
4. Дым;
5. Пониженная концентрация кислорода.

К вторичным проявлениям опасных факторов пожара, воздействующим на людей и материальные ценности, относятся:

1. Осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций;
2. Радиоактивные и токсичные вещества и материалы, выпавшие из разрушенных аппаратов и установок;
3. Электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов;
4. Огнетушащие вещества.

Предотвращение пожара достигается предотвращением образования горючей среды и (или) предотвращением образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания.

Предотвращение образования горючей среды должно обеспечиваться одним из следующих способов или их комбинаций:

Инд. №подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

54

1. Максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;
2. Максимально возможным по условиям технологии и строительства ограничением массы и (или) объема горючих веществ, материалов и наиболее безопасным способом их размещения;
3. Изоляцией горючей среды (применением изолированных отсеков, камер, кабин и т. п.);
4. Поддержанием безопасной концентрации среды в соответствии с нормами и правилами и другими нормативно-техническими, нормативными документами и правилами безопасности;
5. Поддержанием температуры и давления среды, при которых распространение пламени исключается;
6. Максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов, связанных с обращением горючих веществ;
7. Установкой пожароопасного оборудования по возможности в изолированных помещениях или на открытых площадках;
8. Применением устройств защиты производственного оборудования с горючими веществами от повреждений и аварий, установкой отключающих, отсекающих и других устройств.

Предотвращение образования в горючей среде источников зажигания достигается применением одним из следующих способов или их комбинацией:

1. Применением машин, механизмов, оборудования, устройств, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания;
2. Применением электрооборудования, соответствующего пожароопасной и взрывоопасной зонам, группе и категории взрывоопасной смеси в соответствии с требованиями;

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
						55

3. Применением в конструкции быстродействующих средств защитного отключения возможных источников зажигания;
4. Применением технологического процесса и оборудования, удовлетворяющего требованиям электростатической искробезопасности.
5. Устройством молниезащиты зданий, сооружений и оборудования;
6. Поддержанием температуры нагрева поверхности машин, механизмов, оборудования, устройств, веществ и материалов, которые могут войти в контакт с горючей средой, ниже предельно допустимой, составляющей 80 % наименьшей температуры самовоспламенения горючего;
7. Исключение возможности появления искрового разряда в горючей среде с энергией, равной и выше минимальной энергии зажигания;
8. Устранением контакта с воздухом пирофорных веществ;
9. Уменьшением определяющего размера горючей среды ниже предельно допустимого по горючести;
10. Выполнением действующих строительных норм, правил и стандартов.

Противопожарная защита достигается применением одного из следующих способов или их комбинацией:

1. Применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;
2. Применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
3. Применением основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности;
4. Применением пропитки конструкций объектов антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных красок (составов);
5. Устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара;

Инов. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

6. Организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей;
7. Применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара;
8. Применением средств противодымной защиты.

Для пожарной техники определены:

1. Быстродействие и интенсивность подачи огнетушащих веществ; допустимые огнетушащие вещества (в том числе с позиции требований экологии и совместимости с горящими веществами и материалами);
2. Источники и средства подачи огнетушащих веществ для пожаротушения;
3. Нормативный (расчетный) запас специальных огнетушащих веществ (порошковых, газовых, пенных, комбинированных);
4. Требования к устойчивости от воздействия опасных факторов пожара и их вторичных проявлений; требования техники безопасности.

Средства коллективной и индивидуальной защиты обеспечивают безопасность людей в течение всего времени действия опасных факторов пожара.

Коллективную защиту следует обеспечивать с помощью пожаробезопасных зон и других конструктивных решений. Средства индивидуальной защиты следует применять также для пожарных, участвующих в тушении пожара.

7.2 Демонтаж и монтаж нового оборудования

При демонтаже и монтаже нового оборудования надо обратить внимание на большие массы этого оборудования. Перемещение и установка оборудования должны осуществляться только специальными

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
						57

приспособлениями. Эти устройства должны иметь клеймо заводского отдела контроля качества и быть в исправном состоянии.

В замкнутом пространстве, которым является машинное помещение, большое влияние на организм человека оказывает состояние окружающего воздуха.

Большую опасность для здоровья работающих в машинном отделении представляет загрязнение воздуха пылью и газами. Пыль образуется при работе с абразивными и пневматическими инструментами, в том числе:

- при обработке слесарями-установщиками фундаментов;
- зачистка сварных швов;
- зачистка острых краев;

а также во многих других работах, связанных с установкой нового крупного оборудования.

Электросварочные работы на судах должны производиться только с письменного разрешения главного механика. При организации и проведении электросварочных работ следует учитывать уровень вредных и опасных факторов в помещениях корабля, не выше допустимых значений, установленных санитарными нормами.

Квалификация электросварщиков должна быть не ниже II. Спецодежда для электросварщиков предназначена для надежной защиты от искр и брызг расплавленного металла, механических воздействий, влаги и вредных излучений.

Сварочная пыль состоит в основном из оксидов железа, содержащих соединения магния, кремния, хрома и фтора, чрезвычайно вредные для организма.

Поскольку общеобменная вентиляция не обеспечивает допустимых концентраций пыли в зоне дыхания, применяют местные вытяжки,

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
-------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
						58

непрерывно обходящие сварочную дугу. В качестве индуктора тяги используют установки, создающие разрежение до $(25\div 30)\times 10^3$ Па.

При подготовке и проведении работ по установке нового оборудования нельзя исключать возможность поражения электрическим током. Обязательным условием этого является работа в стесненных условиях с повышенной влажностью и недостаточным освещением, что требует постоянного использования переносного освещения. Во избежание поражения электрическим током следует использовать переносные взрывозащищенные лампы, питаются от 12 В постоянного тока.

Погрузку нового оборудования следует производить с помощью специальных приспособлений. Устройство должно иметь паспорт с указанием его нагрузочной способности и периодичности его испытаний, а также штамп ОТК при приемке.

Все сотрудники в зоне трансферных операций должны носить каски.

Установщик должен соблюдать осторожность при загрузке, перемещении и центрировании двигателя, оберегая конечности и туловище от заземления. Рабочие должны использовать стандартные инструменты и оборудование в хорошем рабочем состоянии. В случае неисправности немедленно сообщить об этом капитану.

Для создания здоровых условий труда рабочих в машинном отделении соблюдается ряд регламентированных санитарно-гигиенических условий, в том числе: микроклимат, освещение рабочих мест, шум и вибрация.

Предусмотрено нормирование параметров микроклимата.

ГОСТ 12.1.005-88 и регулируется тремя факторами:

- температура воздуха, $t^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность, $\varphi\%$;
- скорость движения воздуха, v м/с;

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
-------------	----------------	--------------	--------------	----------------

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

7.3 Нормы метеорологических условий в машинном отделении

Таблица 7.1- Нормы метеорологических условий в машинном отделении

Время года.	Нормируемые факторы в МП		
	t,°C	φ,%	v,м/с
Холодное (t<10°C)	$8 + t_{cp}^{окр}$	40÷60	0,3÷0,5
Теплое (t>10°C)	23-27	40÷60	0,5÷1,0

Шум и вибрации, создаваемые применением пневмоинструмента при монтаже нового оборудования, пагубно сказываются на самочувствии и здоровье людей, работающих в машинном отделении.

Регулирование уровня шума предусмотрено по ГОСТ 12.1.003-2014, а измерение шума для санитарной оценки осуществляется по корректирующей частотной характеристике шумомера ВШВ-003.

Пневматический ручной инструмент перед передачей рабочему должен быть проверен работниками инструментального цеха и соответствовать требованиям санитарных норм и правил при работе с инструментом, создающим вибрации, передающиеся на руки рабочих.

Достаточное освещение является обязательным условием для успешной установки нового оборудования. Искусственное освещение нормируется по освещенности и измеряется в люксах.

Для измерения освещенности рабочего места планируется использовать

Согласно нормам освещения для производственных помещений

Освещение машинного отделения по СанПиН 23.05-95 предусмотрено газоразрядными лампами и нормой общего освещения 100 лк.

Инов. № дубл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инов. №подл.

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

60

В машинном отделении предусмотрен противопожарный экран, оборудованный углекислотными огнетушителями ОУ-2 в количестве двух штук и войлочным матом. При выполнении сварочных и газопламенных работ всегда нужно иметь под рукой ведро с водой и войлочный мешок.

При обнаружении возгорания вызвать пожарную часть и немедленно приступить к тушению пожара имеющимися средствами.

Реализация всех мероприятий, предусмотренных в этой части выпускной работы, обеспечивает охрану здоровья и безопасность труда и позволит:

- уменьшить травмы;
- уменьшить количество профессиональных заболеваний;
- снизить количество аварий.

Все это поможет повысить производительность труда рабочих при выполнении работ по монтажу нового оборудования..

7.4 Освещенность

Хорошее освещение рабочих мест и помещений является одним из условий гигиены и культуры производства, снижения травматизма на производстве и обеспечения высокопроизводительного труда. Электроосвещение помещений и палуб судов в части светотехники и светотехнических норм регулируется Правилами Речного Регистра Российской Федерации и соответствующими требованиями Санитарных правил внутреннего плавания судов.

Для анализа и оценки фактического состояния охраны труда необходимы критерии и методы объективной оценки санитарно-гигиенических условий и степени безопасности труда. Критериями санитарно-гигиенического состояния являются нормированные показатели, установленные национальными стандартами ССБТ. Для оценки их реальных значений проводят инструментальные измерения по методикам, регламентированным стандартом.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

61

Места проведения монтажных работ должны быть освещены в соответствии с требованиями Сан.ПиН 2.5.3650-20. Искусственное освещение нормируется по освещенности и измеряется в люксах. Для измерения освещенности рабочего места предусмотрено использование прибора люксметра Ю-116. Стандарт общего освещения машинного отделения составляет 50 лк, а освещения лестничных маршей – 30 лк.

Машинное отделение имеет естественное и искусственное освещение. Естественное освещение обеспечивают иллюминаторы. Искусственное освещение - электрическое, делится по назначению: основное, аварийное, переносное. Сеть судового освещения питается переменным током, напряжением 220 вольт. Сеть электроосвещения выполнена независимо от электросети. Переносное освещение питается от трансформатора. Аварийное освещение предназначено для работы при отключении основного освещения и в аварийных ситуациях. Аварийное освещение питается от аккумуляторов 10 КН - 55. Количество аккумуляторов - 20, напряжение - 220 вольт. Сигнализация питается от 6 аккумуляторов СТК-132. Количество аккумуляторов 2, напряжение 24 вольта. Типы светильников выбираем в зависимости от характера помещения, учитывая систему светораспределения и защиты.

7.4.1 Требование к освещению

- а) Оптимальное освещение рабочих поверхностей и пространства, которые находятся в поле зрения;
- б) исключение слепящих источников света;
- в) равномерность освещённости

Расчёт по формуле:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{n \cdot \eta}$$

где F – световой поток данной лампы, ЛК;

S – площадь освещённого помещения, м²;

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПФв-04.160.120.001 ПЗ	Лист
						62

K – коэффициент запаса, учитывающий все факторы, влияющие на уменьшение светового потока;

Z – коэффициент, учитывающий отношение средней освещённости к наименьшей;

n – число установленных светильников;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент запаса зависит от характера освещаемого помещения:

Таблица 7.2- Коэффициент запаса освещения

№ п/п	Характер помещения	Коэффициент запаса
1.	Каюты	1,2
2.	Коридоры	1,3
3.	МКО	1,5

Для помещений площадью до 10 м^2 принимаем $Z=1$, более 10 м^2 – $Z=1,15$. Коэффициент использования светового потока зависит от КПД и кривой светораспределения светильника, расчётной высоты подвеса светильника – $h_{рас}$; площади помещения – S ; отношения длины к ширине; коэффициента отражения подволока – ρ_1 , переборки – ρ_2 , палубы – ρ_3 .

Вычислим индекс помещений по формуле:

$$i = \frac{S}{h_{рас}(a+b)}$$

где S – площадь помещения;

$h_{рас}$ – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью;

$(a+b)$ – соответственно длина и ширина помещения.

Определяя коэффициент использования, нельзя не знать коэффициента отражения стен и подволока ρ_1 и ρ_2 . Для жилых и общественных помещений $\rho_1=70\%$; $\rho_2=50\%$, а для вспомогательных и санитарных помещений $\rho_1=\rho_2=50\%$

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

63

7.4.2 Расчёт общего освещения точечным методом

Точечный метод даёт возможность определить освещённость в заданной точке освещённой поверхности, расположенной любым образом.

Проверяем освещённость точки "m" в машинном отделении по формуле, приведённой в.

$$E = \frac{n \cdot F_n \cdot \mu \cdot \sum C}{1000 \cdot K_z}$$

где E – истинная освещённость в расчётной точке;

F_n – световой поток лампы, установленной в светильнике;

n – количество ламп в светильнике;

$\sum C$ – суммарное условное значение освещённости в намеченной точке;

K_z – коэффициент запаса;

μ – коэффициент, учитывающий свет, отражённый от подволока и переборок.

В МО установлены 9 светильников С С – 373 Е. расстояние между ними равно 2,8 м; высота подвеса $h_p=2,8$ м. расстояние от светильников до точки "m".

Расстояния до светильников:

$d_1=2,0$ м;

$d_2=2,0$ м;

$d_3=4,4$ м;

$d_4=2,0$ м;

$d_5=2,0$ м;

$d_6=4,4$ м;

$d_7=4,4$ м;

$d_8=4,4$ м;

$d_9=8,0$ м;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

64

Согласно найденным значениям d и h_p по кривым построенных изолуксов для светильников СС-373 Е определяем суммарное условие значения освещённости в точке "m".

$$\sum C = 4,5 \cdot 5 + 4 \cdot 1,5 + 0,3 = 28,8 \text{ лк}$$

Определяем настоящее значение освещённости в точке "m".

$n=1$ – кол-во ламп в светильнике;

$F_n=2,7 \text{ лк}$ –поток световой лампы;

$\mu=1,08$ – коэфф., отражения света;

$K_3=1,3$ – коэфф. запаса.

$$E = \frac{1 \cdot 2700 \cdot 1,08 \cdot 28,8}{1000 \cdot 1,3} = 64,6 \text{ лк}$$

Таким образом, освещённость больше требуемой.

Согласно правил техники безопасности запрещается:

- 1) Снимать предохранительные сетки или плафоны со светильников для увеличения освещения помещений и палуб;
- 2) Производить замену электроламп, светильников и осветительной арматуры, не обесточив их;
- 3) Применять в светильниках электролампы большей мощности, чем это предусмотрено инструкцией.

Судовые осветительные приборы необходимо содержать в чистоте и рабочем состоянии;

Таким образом, результаты расчётов показали, что освещение обеспечивает достаточную освещённость для оптимальной работы, что удовлетворяет требованиям с правил для судов внутреннего плавания.

Инв. №подл. Подпись и дата Подпись и дата Инв. № дубл. Подпись и дата Взам. инв. №

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

7.5 Влияние модернизационных мероприятий на безопасность труда при эксплуатации оборудования

Техника безопасности при обслуживании устройств и оборудования в машинном отделении в данном проекте, остаются на том же уровне, что и до модернизации и соответствуют условиям техники безопасности судам внутреннего и смешанного плавания. В машинном п отделении учтено четыре выхода на главную палубу, один трапа с поручнями 600 мм шириной, углом наклона 45 градусов, ступенями из металлической решетки, что обеспечивает путь в машинное отделение и из него в любую погоду. Зпасной выход из машинного отделения с отвесными скоб трапами , шириной 500 мм на левом борту в районе 26 шпангоута. Все вращающиеся части элементов имеют отгораживающие кожуха, исключаяющие вероятность нечаянного попадания туда сторонних предметов. Стани в машинном отделение выполнены из волнистого металла. Независимые проходы посреди основными двигателями и запасными механизмами, переборками шириной не менее 0,6м. Для хранения чистых и использованных обтирочных материалов во всем машинном отделении предусмотрены металлические ящики с крышками отдельно для чистой и использованной ветоши. Во время несения вахты запрещено бросать без надзора действующие механизмы. В машинном отделении обязаны поддерживаться расположение и чистота. При проведении ремонтных работ должно пользоваться исправными электротельферами, прошедшими испытания по нормам Российского Речного Регистра. На теплоходе рассматриваемого проекта в отделение главных и вспомогательных

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

66

двигателей используются электро-тельферы грузоподъемностью 1000 кг. Тельферы оборудованы переносными пультами дистанционного управления. Масса дистанционного пульта менее 4 кг. На пульте нанесены четкие надписи: «вверх», «вниз», «правый борт», «левый борт». Работы в картерном месте двигателя дозволено проводить спустя того, как клапан пускового воздуха будет закрытым, включено валоповоротное устройство, штурвал управления дизеля установлен на работу с местного поста управления и заблокирован; в рулевой рубке, на посту ремонтируемого двигателя повешена табличка: «не включать, работают люди», индикаторные краны открыты. Электрооборудование установлено для того чтоб был обеспечен доступ ко всем частям, требующих наладки и ухода. У электрощитов настил из диэлектрических ковриков. С задней стороны ГРЩ и АРЩ предусмотрены проходы шириной 650 мм. Электродвигатели и остальные электрические конструкции заземлены. Токовыводящие части электроустановок ограждены особыми кожухами, исключаяющие беспорядочного прикосновения к ним. Портативные светильники напряжением 12 В водозащитного выполнения с защитными сетками и с патронами, защищенными изолирующими материалами, снабжены специальными вилками, использующими возможность включения в сеть с напряжением 220В. В мастерской машинного отделения местное освещение у станков и верстаков должно быть незначительного напряжения. Регулярно замеряется и контролируется сопротивление изоляции электрооборудования судна. Для этого предусмотрен мегомметр, выведенный на панель ГРЩ. При понижении сопротивления изоляции ниже 0,25 МОм загорается красная лампочка и подается звуковой сигнал. Для нормального обслуживания установки и поддержания температуры в

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

машинном отделении установлена приточно-вытяжная вентиляция. В воздухе могут находиться вредные газы, пары, избыточное тепло, пыль, которые по-лучили общее название- вредные выделения. Приток воздуха в машин-ное отделение обеспечивается двумя электро-вентиляторами. максимально возможное число вредоносных газов следующие: СО до 20 мг/м3; уг-леводородов- до 300 мг/м3; NO2- до 5 мг/м3. Новых мероприятий по улучшению работы системы вентиляции не предусмотрено. работа СЭУ осуществляется в согласовании с инструкциями без-опасности труда речного флота. Лица, обслуживающие судовые энерге-тические установки, допускаются к работе только в рабочей спец-одежде и спец обуви. Ношение спецодежды и спецобуви во время вахты является обязательным. Заступающие на вахту в машинно-котельное отделение должны тщательно проверить действие механизмов, арматуры и контрольно-измерительных приборов.

7.6 Пожарная безопасность

Пожар на судне проще предупредить, чем ликвидировать, следовательно плавсостав вынужден следовать правилам и инструкции по противопожарной без-опасности и знать выполнять их. Разработка экипажа к борьбе с огнем выполняется на занятиях, учениях, на которых изучаются, методы и ме-тоды предупреждения пожара и борьбы с огнем. Все профилактические противопожарные мероприятия, проведенные на судне, заносятся в судо-вой журнал. Для своевременного обнаружения пожара и оповещения о нем в хо-довой рубке теплохода находится пульт пожарной сигнализации. На пуль-те обозначены места срабатывания пожарных извещателей, расположен-ных в

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

помещения судна. На основании чего можно принять меры по тушению пожара и согласовывать эту операцию. Для тушения пожара на судне присутствует конструкция водяная противопожарная, а для тушения огня в машинном отделении - система пенотушения. Система пенотушения управляется дистанционно от каждого из четырех рожков, два из которых находятся в машинном отделении, а два на открытой палубе вблизи выхода из машинного отделения. Запас пенообразователей 2000 литров. учтены также ручные огнетушители, углекислотные и порошковые. Топливные системы имеют вытяжные трубы, выведенные на палубу. На их концах закреплены колпаки с искрогасящими сетками. На топливных трубопроводах, отходящих от основных и расходных топливных цистерн установлены быстрозапорные вентили с выводом дистанционного привода на основную палубу.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	69

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Таблица 7.3 Вредные и опасные факторы

Рабочее место	Вредные и опасные факторы	Нормативный документ	Нормальные значения	Мероприятия по снижению вредных факторов
Машинное помещение	Шум	ГОСТ 12.1.003-83 СП 2.5.3650-20	Уровни звука 85 дБА	1. Звукоизоляция механизмов (кожухи, амортизаторы) 2. Средства индивидуальной защиты (противошумные наушники «шумовой барьер 258» Вильсона)
Машинное помещение	Вибрация	СП 2.5.3650-20	Корректированное 60дБ	Высокоэластичные пружинные виброизоляции, виброизолирующие сиденья, коврики-маты, рукавицы, наколенники
Машинное помещение	Освещённость	СП 2.5.3650-20	На палубе ЛК **100/50* Ступеньки трапа ЛК **75/30*	Искусственное Освещение ** - люминесцентные лампы * - лампы накаливания
Машинное помещение	Микроклимат	СП 2.5.3650-20	В теплый период (т-ра наружного воздуха выше 10°С) разность температур МКО и на- ружного воз- духа не должна превышать 10°С. Скорость воздуха 1.0-1.5 м/с Относительная влажность 40...60% Машинное помещение Электро-	Использование искусственной и естествен- ной вентиляции

Инв. №подл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №подл.

Инв. № дубл.

Подпись и дата

Подпись и дата

Подпись и дата

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

70

			магнитное поле СП 2.5.3650-20 До 10В/м	
Машинное помещение	Электро- магнитное поле	СП 2.5.3650-20	До 10В/м при частоте 30-3000МГц	Экраны, кожуха, ширмы, устройства дистанционного управления

Таблица 7.4 Опасные производственные факторы

Рабочее место	Вредные и опасные факторы	Нормативные документы		Разработанные мероприятия
		Наименование	Ограничение факторов	
Машинное помещение	Размещение механизмов и узлов	<p>Российский Речной Регистр, 2019 Распоряжение Минтранса от №НС-59р от 15.05.03 Г осударст- венные и отраслевые стандарты</p>	<p>Рациональная организация рабочих мест. Размещение эл. оборудования и средств автоматики с учётом условий их эксплуатации. Соблюдение принципов стандартизации и унификации. Обеспечение безопасности работы оборудования.</p>	<p>1. Расположение механизмов, котлов, оборудование трубопроводов обеспечивает свободный доступ к ним. Ширина проходов по всей длине – 600 мм. 2. Вспомогательные котлы ограждены металлической выгородкой. 3. Компрессоры установлены в местах, где воздух минимально загрязнен. 4. Главные и вспомогательные механизмы размещены таким образом, чтобы обеспечить свободные проходы к выходным путям.</p>

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Инв. №подл.

Инв. №подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

71

Таблица 7.5 Пожаро – и взрывобезопасность

Рабочее место	Пожаро-взрывоопасные факторы	Нормативные документы		Разработанные мероприятия
		Наименование	Ограничение факторов	
Машинное помещение	Утечка топлива, масла. Наличие промасленной ветоши. Наличие паров при промывочных работах.	Российский Речной Регистр, 2019.	Соблюдение нижнего концентрационного предела паров (НКПР)	1. Конструктивная пожарная защита: 1.1. Использование негорючих или огнезащитных материалов 1.2. Ограничение распространения пожара (огнезадерживающие перегородки) 1.3. Создание условий для безопасной эвакуации людей (трапы и коридоры соответствующих размеров, см. опасные факторы, трапы – из негорючих материалов). 2. Активная пожарная защита: 2.1. Средства обнаружения пожара (ручная и автоматическая сигнализация)

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

				2.2 Средства тушения пожара (водяная, пенотушения, углекислотная системы)
--	--	--	--	---

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

8 РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Целью данного технико-экономического расчёта является выявление

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

экономической эффективности от внедрения модернизации на судне СПН-709-Б проекта № 414-В и сравнение с базовым вариантом.

8.1 Расчёт затрат на модернизацию и определение балансовой стоимости судна после модернизации

Расчёт будет производиться в соответствии с рекомендациями источника [32].

1. Затраты на модернизацию судна можно определить по Формуле:

$$M = K_M - K_{ост}, \quad [32, \text{стр.17}]$$

где: K_M - стоимость модернизационных мероприятий, руб.;

$K_{ост}$ - остаточная стоимость заменённого оборудования или материала снимаемого с судна оборудования, руб.

Для расчёта стоимости нового оборудования и материалов, составляем таблицу №8.1:

Таблица 8.1 - расчёт стоимости нового, снимаемого оборудования и трудоёмкости монтажных (демонтажных) работ

Наименование оборудования	Кол.-во	Вес		Стоимость		Норма выработки	Трудоёмкость нормо-ч.
		Ед.	Общ.	Ед.	Общ.		

Новое оборудование

ГД	2	4050	8100	2 810 000	5 620 000	10	810
Итого		4050	8100	2 810 000	5 620 000		810

Старое оборудование

ГД	2	3682,5	7365	1 500 000	3 000 000	-	0
Итого		3682,5	7365	1 500 000	3 000 000		0

$5620 - 3000 = 2620$ тыс.р. стоимость модернизации

Далее рассчитываем таблицу сводной калькуляции стоимости модернизации, результаты приводим в форме таблицы 8.2

- найдём стоимость нового оборудования с учётом транспортно-заготовительных расходов, которые обычно составляют 12 % от стоимости

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

нового оборудования:

$$C=2\ 620\ 000*0,12=314\ 400$$

- основная заработная плата производственных рабочих определяется по формуле:

$$ЗПо=ТСК_dK_{рк}, \text{ руб.} \quad [32, \text{ стр.13}]$$

$$ЗПо=200*1546* 1.11*1=343323 \text{ руб.}$$

где: Т - трудоёмкость монтажных (дополнительных) работ, нормо-часы;
С - средне-часовая тарифная ставка работ, С=200 руб/ч;
К_д - коэффициент, учитывающий прочие доплаты, включаемые в основную заработную плату, принимаем К_д=1.11;
К_{рк} - коэффициент, учитывающий доплаты по районным коэффициентам: К_{рк}=1

- дополнительная зарплата производственных рабочих определяется по формуле:

$$ЗП_{доп}=ЗПоK_{доп}/100, \text{ руб.} \quad [32, \text{ стр.15}]$$

$$ЗП_{доп} = 343323 *(9/100)=30900 \text{ руб.}$$

где: К_{доп} - норматив дополнительной зарплаты производственных рабочих, принимаем К_{доп}=9% [32, стр.15]

- единый социальный налог - 30%

$$СН= (343323+ 30900) *0.30 = 112\ 266 \text{ руб.}$$

- расходы на подготовку и освоение производства

$$РНПиОП = (5/100) * (343323+ 30900) =18711 \text{ руб.}$$

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

$$РНСиЭО = (343323+ 30900) * 1.5=561\ 333 \text{ руб.}$$

- общецеховые расходы

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
75

$$\text{ОЦР} = (55/100) * (343323 + 30900) = 205\,822 \text{ руб.}$$

- общезаводские расходы

$$\text{ОЗР} = (80/100) * (343323 + 30900) = 374\,222 \text{ руб.}$$

- итого

$$\Sigma \text{ст. с 1 по 8} = 4\,580\,977 \text{ руб.}$$

$$\begin{aligned} \text{прочие производственные расходы ППР} &= (2/100) * 4\,580\,977 = \\ &= 91\,620 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\text{- производственная себестоимость ПС} = 4\,580\,977 + 91\,620 = 4\,672\,596 \text{ руб.}$$

- налог на прибыль

$$\Pi = 0.2 * 4\,672\,596 = 934\,519 \text{ руб.}$$

- стоимость модернизации

$$M = 4\,672\,596 + 934\,519 = 5\,607\,115 \text{ руб.}$$

Таблица 8.2 - сводная калькуляция стоимости модернизационных мероприятий

№ п/п	Наименование статей	Сумма, руб.
-------	---------------------	----------------

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
-------------	----------------	--------------	--------------	----------------

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

1	Стоимость нового оборудования с учётом транспортно-заготовительных расходов [12%]	314 400
2	Основная зарплата производственных рабочих ЗПО	343323
3	Дополнительная зарплата производственных рабочих ЗП	30900
4	Отчисление на единый соц.налог [30% от \sum ст.2 и 3]	112 266
5	Расходы на подготовку и освоение пр-ва [5% от ст. 2а]	18711
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования [150% от ст. 2а]	561 333
7	Общехозяйственные расходы [55% от ст. 2а]	205 822
8	Общезаводские расходы [80% от ст. 2а]	374 222
9	ИТОГО по ст. 1-8	4 580 977
10	Прочие производственные расходы [2% от ст. 9]	91620
11	Производственная себестоимость=ст.9 + ст. 10	4 672 596
12	Налог на прибыль	934 519
13	Стоимость модернизационных работ	5 607 115

Тогда мы сможем определить стоимость судна после модернизации, используя ниже приведённую формулу:

$$M=5\,607\,115 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ПМ}}=K_{\text{ДОМ}}+M=104\,392\,000 + 5\,607\,115 = 113\,677\,479 \text{ руб.}$$

8.2 Расчёт грузооборота

Определение времени кругового рейса: Расчёт будем производить, используя формулу:

$$t_{\text{кр}}=\sum l/(v+\omega)+\sum(G_{\text{П}}/B_{\text{П}})+\sum(G_{\text{В}}/B_{\text{В}})+\sum t_0; \quad [32, \text{стр. 19}]$$

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

77

где: l - протяжённость участка пути, км;

v - скорость судна в спокойной воде,

$v=19$ км/ч - скорость судна с полным грузом;

ω - соответственно потери или приращения скорости движения судна от скорости течения воды в реке на различных участках линии;

G_n, G_B - количество погруженного и выгруженного из судна груза в пункте погрузки и выгрузки в принятой ранее схемой работы судна, т;

$$G_n = G_B = 600 \text{ т};$$

Расчёт ходового времени и времени стоянки судна по различным причинам будем производить по участкам

движения в таблице 5.3.

I Круг рейс : Пермь – Ижевск;

Таблица 8.3- Пояснения к расчётам времени грузового рейса судна

Параметры	Участки плавания	
	I	II
Масса груза, т	600	600
Протяжённость кругового	300	
Ходовое время, ч, с учетом времени на технические операции	32,1	29,7
-Маневренное время	3,9	3,9
-Время стоянки судна, ч	3	3

Таким образом, получаем: - для базового варианта судна

$$t_B = 42,8 \text{ ч} = 1,78 \text{ сут.}$$

- для модернизированного

$$t_B = 39,5 \text{ ч} = 1,64 \text{ сут.}$$

Число оборотов судна за навигацию определяется по следующему выражению:

Инов. № дубл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инов. № подл.

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

78

$$n = t_{\text{пр}} / t_{\text{кр}}, \text{ р} \quad [32, \text{стр.20}]$$

где: $t_{\text{пр}}$ - продолжительность рабочего (навигационного) периода, рассчитываем по формуле:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{э}} - (t_{\text{рем}} + t_{\text{пр}}), \quad [32, \text{стр.21}]$$

где: $t_{\text{э}}$ - продолжительность эксплуатационного периода, сут.;

из приложения 7 [32] выбираем $t_{\text{э}} = 210$ сут

$t_{\text{рем}}$ - время нахождения судна в навигационном ремонте и доковании, сут. (из приложения 8 [32] $t_{\text{рем}} = 8$ сут

$$t_{\text{пр}} = 2/100 * 210 = 4.2 \text{ сут (по рекомендации [32] стр.21)}$$

$$t_{\text{пр}} = 210 - (8 + 4.2) = 200 \text{ сут.}$$

Тогда число круговых рейсов за навигацию

$$n_1 = 200 / 1,78 = 112,3 \text{ сут.}$$

$$n_2 = 200 / 1,64 = 121,9 \text{ сут.}$$

8.3 Провозная способность судна

Расчёт провозной способности судна производим по выражению:

$$A_r = E * G * L * n_{\text{кр}}, \text{ ткм} \quad [32 \text{ стр.21}]$$

где: E - коэффициент использования грузоподъёмности; $E = 1$

G - Регистрационная грузоподъёмность; $G = 600$ т

L - Расстояние; $L = 300$ км

-для базового:

$$A_r = 1,65 * 600 * 300 * 112,3 = 33\,740\,000 \text{ ткм}$$

-для модернизированного:

$$A_r = 1,65 * 600 * 300 * 121,9 = 36\,400\,000 \text{ ткм}$$

8.4 Эксплуатационные расходы

1. Расчёт эксплуатационных расходов по отдельным статьям затрат:

а) Общий фонд заработной платы определяется по выражению:

$$\text{ЭР}_{\text{зп}} = M \cdot T_{\text{н}} / 30,5 \times (1 + D/100) + M \cdot T_{\text{вр}} / 30,5 \text{ тыс. руб.} \quad [32, \text{стр.26}],$$

Инв. № дубл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

79

где: М - месячный фонд заработной платы по должностным окладам судовой команды, руб.;

Таблица 5.4- Оклады членов экипажа возьмём по рекомендациям

Должность	Количество на	Оклад
Капитан	1	140000
Механик	1	85000
2 механик	1	72000
3 механик	1	60000
Эл. механик	1	92000
Повар 1кат.	1	76000
Моторист рулевой	1	66000
Моторист	1	58000
Итого	8	631000

T_n - продолжительность навигационного периода; $T_n=210$ сут.;

$T_{вр}$ - продолжительность периода вооружения и разоружения, сут.

$T_{вр}=10$ сут. (табл. 11 [32])

Д - процент доплат к сумме должностных окладов, $D=110\%$ [32, стр.26],

30.5 - среднее число дней в месяце

тогда:

$ЭР_{зп}=631*(210/30.5)*(1+(110/100))+631*(8/30.5)=9\ 322\ 688$ руб.

б) Единый социальный налог 30% от всего фонда заработной

платы:

$ЭР_{соц} = a_{соц} / 100 * ЭР_{зп}$, тыс.руб. [32,стр.26],

где: $a_{соц}$ - процент отчислений на ЕСН;

Инв. №подл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Инв. №подл. Подпись и дата

Инв. №подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

80

$$\text{ЭР}_{\text{соц}} = 30/100 * 9\,322\,688 = 2\,796\,000 \text{ руб.}$$

в) Расходы на рацион бесплатного питания определяются, исходя из установленных нормативов стоимости рациона на одного человека в месяц, численности экипажа и продолжительности навигационного периода:

$$\text{ЭР}_{\text{бп}} = a_{\text{бп}} * n * T_{\text{н}}, \text{ тыс.руб.} \quad [32, \text{стр.}27],$$

где: $a_{\text{бп}}$ - норматив стоимости бесплатного питания на одного человека в сутки, руб.;

$$a_{\text{бп}} \text{ принимаем в размере } 437,5 \text{ руб.} \quad [35, \text{стр.}8],$$

$$\text{ЭР}_{\text{бп}} = 437,5 * 8 * 210 = 735\,000 \text{ руб.}$$

г) Расходы по зимнему отстою судна включая затраты на содержание членов судовых экипажей, оставляемых для охраны и наблюдения за судном в межнавигационный период, и прочие расходы, связанные с отстоем судов (затраты по флоту, несущему дежурство в противопожарных и противоаварийных целях, по околке судов от льда, очистке судов от снега. устройство мостиков, взрывным работам, износу ледакольного инструмента, инвентаря и др.) и рассчитывается по формуле:

$$\text{ЭР}_{\text{оз}} = M_{\text{оз}} * T_{\text{оз}} / 30.5 * 1.3 * 1.25 * 1.25, \text{ тыс.руб.} \quad [32, \text{стр.}28],$$

где: $M_{\text{оз}}$ - месячный фонд зарплаты по зимнему отстою, руб.

Месячный фонд зарплаты по зимнему отстою определяется выражением:

$$M_{\text{оз}} = M / n * K_{\text{оз}}, \text{ тыс.руб.} \quad [32, \text{стр.}28],$$

здесь: $M = 631\,000$ руб. - месячный фонд зарплаты судовой команды по должностным окладам в навигационный период;

$n = 10$ чел. - количество членов команды в навигационный период;

Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

$K_{оз}$ - штатный измеритель по зимнему отстою флота,

$$K_{оз}=2.8,$$

[33,прил.6],

$$M_{оз}=631000/10*2.8=176680 \text{ тыс.руб.}$$

$T_{оз}$ — продолжительность зимнего отстоя, сут.

$$T_{оз}=365-(T_{н}+T_{вр})=365-(210+15)=140 \text{ сут.},$$

[34, стр.8],

1.45- коэффициенты, учитывающие доплаты к должностным окладам, отчисления на социальные нужды

1,1 – коэффициент учитывающий прочие расходы по зимнему отстою

Таким образом:

$$\mathcal{E}P_{оз}=176680 * 140/30.5*1,45* 1.1*1,25=1\ 616\ 911 \text{ руб.}$$

д) Расходы на амортизацию определяются по следующей формуле:

$$\mathcal{E}P_{ам}=a_{ам}/100*K_c, \text{ тыс.руб.}$$

[32, стр.28].

где: $a_{ам}$ - норма амортизационных отчислений, %;

$$a_{ам}=2.9$$

[325,стр.21]

K_c - балансовая стоимость судна, руб.;

Для базового варианта

$$K_c=104\ 392\ 000 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}P_{ам}=2.9/100*104\ 392\ 000 =3\ 027\ 368 \text{ руб.}$$

Для модернизированного

$$K_{пм}=113\ 677\ 479 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}P_{ам}=2.9/100*113\ 677\ 479 =3\ 296\ 646 \text{ руб.}$$

е) Расходы на текущий (зимний) ремонт танкера можно определить из

норматива отчислений в ремонтный фонд по формуле:

$$\mathcal{E}P_{рем} =a_{рем}/100*K_c, \text{ тыс.руб.}$$

[32, стр.29],

$\&_{рем}$ - размер отчислений в ремонтный фонд в %, принимаемый для танкеров 4.0-4.3

Инв. № подл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

82

для базового варианта

$$\text{ЭР}_{\text{рем}}=4.2/100* 104\ 392\ 000 = 4\ 384\ 464 \text{ руб.}$$

Для модернизированного принимаем 50% от базового

$$\text{ЭР}_{\text{рем}}=2.1/100* 113\ 677\ 479 = 2\ 387\ 227 \text{ руб.}$$

ж) Расходы на топливо смазочные материалы рассчитываются по главным двигателям и вспомогательным механизмам отдельно в ходу, на маневрах и на стоянке по следующей формуле; тыс.руб.

$$\text{ЭР}_T=0.024*N*\text{Ц}_T*(V_x^T *T_x+ V_M^T *T_M+ V_c^T * T_c) \quad [32, \text{стр.29}],$$

$$\text{ЭР}_{\text{см}}=0.024*N*\text{Ц}_{\text{см}}*(V_x^{\text{см}}*T_x+ V_M^{\text{см}} *T_M+ V_c^{\text{см}} *T_c)$$

где: 0.024 - переводной коэффициент;

N- Мощность судна, кВт;

$\text{Ц}_T, \text{Ц}_{\text{см}}$ - цена за 1т.топлива или смазочных материалов, тыс.руб.;

$$\text{Ц}_{\text{т.диз}}=55 \text{ руб./кг}= 55 \text{ тыс.руб./т ГОСТ 305-82}$$

$$\text{Ц}_{\text{см}}=70 \text{ руб./кг}=70 \text{ тыс.руб./т}$$

V_x^T, V_M^T, V_c^T -нормы расхода топлива на главные и вспомогательные механизмы, соответственно в ходу, на маневрах и на стоянке, кг/кВт.ч:

$V_x^{\text{см}}, V_M^{\text{см}}, V_c^{\text{см}}$ - нормы расхода смазки в ходу, на маневрах, стоянке кг/кВт.ч

Для дизельного топлива:

$$V_x^T=0.222\text{кг/кВт.ч}$$

$$V_M^T=0.5*V_x^T=0.5*0.222=0.111\text{кг/кВт.ч}$$

$$V_c^T=0.1 * V_x^T=0.1*0.222=0.022\text{кг/кВт.ч}$$

T_x, T_M, T_c , - время хода, маневров и стоянок (включая время вооружения и разоружения судна) за навигационный период, сут.

До и после модернизации:

$$\text{Э}_{\text{рт}} =0.024*258*2*55*(0.222*150+0.111*18+0.022*32)=30\ 064\ 000 \text{ руб.}$$

з) Расходы на смазочные материалы рассчитываются аналогично предыдущему расчёту:

Инв. № подл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Инв. № подл. Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

83

До и после модернизации:

$$\text{ЭР}_{\text{см}}^{\text{ГД}} = 0.024 * 258 * 2 * 70 * (0.019 * 150 + 0.009 * 18 + 0.0019 * 32) = 3\,011\,000$$

руб.

Расходы топлива и смазочного масла дизель-генераторов принимаем 10% от расходов ГД

Общий расход на топливо и смазку

До и после модернизации:

$$\text{ЭР}_{\text{T}} = \text{Э}_{\text{рт}} + \text{ЭР}_{\text{см}} = 30\,064\,000 + 3\,006\,400 + 3\,011\,000 + 301\,100 = 36\,382\,500$$

руб.

и) Прочие расходы по флоту объединяют разнородные мелкие затраты. При проектных расчётах они начисляются в размере 1 % от суммы всех предыдущих прямых расходов по судну и определяются по формуле:

$$\text{ЭР}_{\text{проч}} = a_{\text{проч}} / 100 * 1 \text{ЭР}_1 * \text{руб.} \quad [32, \text{стр.30}],$$

Где: $a_{\text{проч}}$ - процент, учитывающий отчисления от суммы предыдущих прямых расходов и равняется 1%;

$\sum \text{ЭР}_{1-8}$ - сумма всех предыдущих прямых расходов по судну, руб.

Тогда для базового варианта:

$$\begin{aligned} \sum \text{ЭР}_{1-8} &= 9\,322\,688 + 2\,796\,000 + 735\,000 + 1\,616\,911 + 3\,027\,368 + 4\,384\,464 \\ &+ 36\,382\,500 = \\ &= 58\,264\,900 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Для модернизированного варианта:

$$\begin{aligned} \sum \text{ЭР}_{1-8} &= 9\,322\,688 + 2\,796\,000 + 735\,000 + 1\,616\,911 + 3\,296\,646 + 2\,387\,227 \\ &+ 28\,753\,890 = \\ &= 56\,536\,973 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Тогда для базового варианта:

$$\text{ЭР}_{\text{проч}} = 1/100 * 58\,264\,900 = 582\,649 \text{ руб.}$$

Инв. №подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

84

Для модернизированного варианта

$$\text{ЭР}_{\text{проч}} = 1/100 * 51\,295\,590 = 565\,369 \text{ руб.}$$

к) Распределяемые расходы включают затраты на содержание управления пароходства, тыс.руб.

$$\text{ЭР}_{\text{распр}} = a_{\text{распр}} / 100 * \text{ЭР}_{\text{пр}} \quad [32, \text{стр.31}],$$

$$a_{\text{распр}} = 12\% \text{ для грузового самоходного флота}$$

$$\text{ЭР}_{\text{пр}} = \sum \text{ЭР}_{1-8} + \text{ЭР}_{\text{проч}}$$

Для базового варианта

$$\text{ЭР}_{\text{пр}} = 58\,264\,900 + 582\,649 = 58\,847\,581 \text{ руб.}$$

Для модернизированного варианта

$$\text{ЭР}_{\text{пр}} = 56\,536\,973 + 565\,369 = 57\,102\,342 \text{ руб.}$$

Тогда для базового варианта

$$\text{ЭР}_{\text{распр}} = 12/100 * 58\,264\,900 = 7\,061\,709 \text{ руб.}$$

Для модернизированного варианта

$$\text{ЭР}_{\text{распр}} = 12/100 * 57\,102\,342 = 6\,852\,281 \text{ руб.}$$

Таблица 8.5 - Сводная таблица эксплуатационных расходов по судну

Статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	
	Базовый вариант	Модернизированный вариант
Расходы по заработной плате экипажа судна, руб.	9 322 688	9 322 688
Единый социальный налог, руб.	2 796 000	2 796 000
Расходу по рациону бесплатного питания, руб.	735 000	735 000
Расходы по зимнему отстою, руб.	1 616 911	1 616 911
Расходы на амортизацию, руб.	3 027 368	3 296 646
Расходы по ремонту судна, руб.	4 384 464	4 387 227
Расходы на топливо и смазочные материалы, руб.	36 382 500	33 250 100
Прочие прямые расходы, руб.	582 649	565 369
Распределяемые расходы, руб.	7 061 709	6 852 281
Всего (общие эксплуатационные расходы), руб.	65 326 609	63 954 623

8.5 Сводные экономические показатели по судну

Инв. №подл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подпись и дата

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

85

Для оценки экономической эффективности проектируемого судна
рассчитываем сводные экономические показатели:

1) Себестоимость перевозок

$$S = \text{ЭР} / A, \text{ руб. /ткм.} \quad [32, \text{стр.33}],$$

Тогда для базового варианта:

$$S = 65\,326\,609 / 33\,740\,000 = 1,936 \text{ руб./ткм.}$$

Для модернизированного варианта:

$$S = 63\,954\,623 / 36\,400\,000 = 1,756 \text{ руб./ткм.}$$

2) Показатель затрат на рубль доходов от перевозки грузов

$$Z_d = \text{ЭР} / D, \text{ руб.расходов/руб.доходов} \quad [32, \text{стр.32}],$$

Где: ЭР - суммарные расходы от перевозки грузов, тыс.руб.

D - доходы от перевозки грузов, тыс.руб.

$$D = d * A_r \quad [32, \text{стр.33}],$$

d - Средняя доходная ставка, руб. /ткм.

A - размер грузооборота, ткм.

$$d = 1.35 * 1,936 = 2.61 \text{ руб. /ткм.}$$

Тогда для базового варианта:

$$D = 2.61 * 33\,740\,000 = 88\,061\,000 \text{ руб.}$$

Для модернизированного варианта:

$$D = 2.61 * 36\,400\,000 = 95\,004\,000 \text{ руб.}$$

Тогда для базового варианта:

$$Z_d = 65\,326\,609 / 88\,061\,000 = 0.741 \text{ руб./руб.}$$

Для модернизированного варианта:

$$Z_d = 63\,954\,623 / 95\,004\,000 = 0.673 \text{ руб./руб.}$$

3) Производительность труда плавсостава

$$P_{\text{тр}} = D / n, \text{ тыс.руб./чел.-год} \quad [32, \text{стр.33}],$$

Тогда для базового варианта:

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

$$П_{пр} = 88\,061\,000 / 8 = 10\,806\,100 \text{ руб./чел.-год}$$

Для модернизированного варианта:

$$П_{пр} = 95\,004\,000 / 8 = 11\,500\,400 \text{ руб./чел.-год}$$

4) Фондоёмкость

$$\Phi_{эм} = K_c / A, \text{ руб.} \quad [32, \text{стр.33}],$$

Для базового варианта:

$$\Phi_{эм} = 104\,392\,000 / 33\,740\,000 = 3,094 \text{ т./км.}$$

Для модернизированного варианта:

$$\Phi_{эм} = 113\,677\,479 / 36\,400\,000 = 3,123 \text{ т./км.}$$

5) Фондоотдача от использования судна

$$\Phi_{от} = D / K_c, \text{ руб./руб} \quad [32, \text{стр.33}],$$

Для базового варианта:

$$\Phi_{от} = 88\,061\,000 / 104\,392\,000 = 0,843 \text{ руб./руб.}$$

Для модернизированного варианта:

$$\Phi_{от} = 95\,004\,000 / 113\,677\,479 = 0,835 \text{ руб./руб.}$$

6) Показатель приведённых затрат

$$З_{пр} = S + E_n * \Phi_{эм}, \text{ руб./руб.} \quad [32, \text{стр.33}],$$

Где: Z_d - показатель затрат по перевозке на рубль доходов E_n - нормативный коэффициент сравнительной эффективности, $E_n = 0.25$

$\Phi_{эм}$ - фондоёмкость

Для базового варианта:

$$З_{пр} = 1,936 + 0.25 * 3,094 = 2,7095 \text{ руб./руб.}$$

Для модернизированного варианта:

$$З_{пр} = 1,756 + 0.25 * 3,123 = 2,536 \text{ руб./руб.}$$

7) Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_r = (Z_{пр1} - Z_{пр2}) * D_{пр2}, \text{ руб.} \quad [32, \text{стр.34}],$$

$$\mathcal{E}_r = (2,7095 - 2,536) * 36\,400\,000 = 6\,315\,400 \text{ руб.}$$

8) Прибыль от перевозки грузов

Инв. №подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

$\Pi = Д - ЭР$, тыс.руб.

[32,стр.34],

Для базового варианта:

$\Pi = 88\,061\,000 - 65\,326\,609 = 22\,734\,391$ руб.

Для модернизированного варианта

$\Pi = 95\,004\,000 - 63\,954\,623 = 31\,049\,377$ руб.

9) Уровень рентабельности

$УР = \Pi / (K_c + \Phi_{об}) * 100, \%$

[32,стр.34],

Π - прибыль, полученная судном от перевозок, тыс.руб.

K_c - стоимость судна, тыс.руб.

$\Phi_{об}$ - стоимость оборотных средств, величина которых принимается в размере 3-5% от стоимости судна, руб.

Для базового варианта:

$\Phi_{об} = 104\,392\,000 * 0.05 = 5\,219\,600$ руб.

Для модернизированного варианта:

$\Phi_{об} = 113\,677\,479 * 0.05 = 5\,683\,873$ руб.

Для базового варианта

$УР = 22\,734\,391 / (104\,392\,000 + 5\,219\,600) * 100 = 21\%$

Для модернизированного варианта:

$УР = 31\,049\,377 / (113\,677\,479 + 5\,683\,873) * 100 = 26\%$

Сведём все полученные результаты в таблицу

10) Чистая прибыль – это прибыль, остающаяся в распоряжении предприятий, определяется по выражению:

$$\Pi_{ч} = \Pi_{п} - N_{и} - N_{п} - N_{м}$$

где $N_{и}$ – налог на имущество;

$N_{п}$ – налог на прибыль;

$N_{м}$ – местные налоги.

Инв. № дубл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

88

Налог на имущество:

$$H_{и} = \frac{2 \times K}{100}$$

Налог на имущество до модернизации:

$$H_{и} = \frac{2 \times 104\,392\,000}{100} = 2\,087\,840 \text{ руб.}$$

Налог на имущество после модернизации:

$$H'_{и} = \frac{2 \times 113\,677\,479}{100} = 2\,273\,549 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль:

$$H_{п} = 0.2 \times (P_{п} - H_{и}),$$

Налог на прибыль до модернизации:

$$H_{п} = 0.2 \times (22\,734\,391 - 2\,087\,840) = 4\,129\,310 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль после модернизации:

$$H'_{п} = 0.2 \times (31\,049\,377 - 2\,273\,549) = 5\,755\,165 \text{ руб.}$$

Местные налоги:

$$H_{м} = 0.03 \times (P_{п} - H_{и} - H_{п}),$$

Местные налоги до модернизации:

$$H_{м} = 0.03 \times (22\,734\,391 - 2\,087\,840 - 4\,129\,310) = 495\,525 \text{ руб.}$$

Местные налоги после модернизации:

$$H'_{м} = 0.03 \times (31\,049\,377 - 2\,273\,549 - 5\,755\,165) = 690\,019 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль до модернизации:

$$P_{ч} = 22\,734\,391 - 2\,087\,840 - 4\,129\,310 - 495\,525 = 16\,022\,025 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль после модернизации:

$$P'_{ч} = 31\,049\,377 - 2\,273\,549 - 5\,755\,165 - 690\,019 = 22\,310\,644 \text{ руб.}$$

11 Срок окупаемости:

$$T_{ок} = \frac{K_{м}}{\Delta P_{ч}} \leq T_{пн},$$

где $\Delta P_{ч}$ – прирост чистой прибыли после

Инд. №подл. Подпись и дата

Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Инд. №подл. Подпись и дата

Изм Лист № докум. Подпись Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

89

проведения модернизации;

$$T_{\text{ок}} = \frac{5\,607\,115}{22\,310\,644 - 16\,022\,025} \approx 1 \text{ год}$$

Полученные результаты заносим в таблицу технико-экономических показателей, таблица 8.6

Таблица 8.6 – Результаты расчетов

Показатели	Размерность	Базовый вариант	Модернизированный вариант	Соотношение %
Мощность	кВт	165x2	258x2	156
Грузоподъёмность	т.	600	600	100
Провозная способность	ткм	33 740 000	36 400 000	107,8
Балансовая стоимость	тыс.руб.	104394	113 667	108,8
Эксплуатационные расходы	тыс.руб.	65 326	63 954	97,8
Себестоимость перевозок	руб./ткм	1,936	1,754	90,5
Фондоотдача	руб./руб.	0,843	0,835	98,8
Фондоёмкость	руб./руб.	3,094	3,123	100,9
Производительность труда	тыс.руб.чел.	8806,1	9500,4	107,8
Приведённые затраты	руб./1руб.	2,694	2,7095	100,5
Годовой экономический эффект	тыс.руб.	-	6315,4	-
Прибыль от перевозки	тыс.руб.	22734,3	31049,3	136,5
Уровень рентабельности	%	21	26	-
Срок окупаемости	лет	-	1	-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инв. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
90

Выполненный проект соответствует утвержденному техническому заданию и содержит все необходимые материалы для производства работ по модернизации.

Вновь устанавливаемые двигатели имеют улучшенные технико-эксплуатационные характеристики по сравнению с ранее стоявшей силовой установкой.

Корпусные конструкции остаются без изменений за исключением фундамента главного двигателя.

Нагрузка масс изменилась на 0,40% (менее 2%), что позволяет не корректировать «Информацию об остойчивости».

В связи с увеличением мощности силовой установки в составе проекта выполнен проверочный расчет валопровода по правилам РРР, который показал достаточность прочностных характеристик гребного вала при эксплуатации нового двигателя.

Расчеты крутильных колебаний системы двигатель-редуктор-валопровод-движитель показали, что на всех режимах работы силовой установки не возникает опасных резонансов. Данное обстоятельство должно быть проверено проведением торсиографирования.

Отступлений от Правил Российского Речного Регистра не предусмотрено.

Все это, наряду с очевидным преимуществом в экономии смазочного масла, делает применение трибохимического восстановителя масла в системе смазывания теплохода проекта № 414-В вполне оправданным.

Выполненный проект соответствует утвержденному техническому заданию и содержит все необходимые материалы для производства работ по модернизации.

Вновь устанавливаемые двигатели имеют улучшенные технико-эксплуатационные характеристики по сравнению с ранее стоявшей силовой установкой.

Инд. №подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист
91

Корпусные конструкции остаются без изменений за исключением фундамента главного двигателя.

Нагрузка масс изменилась на 0,40% (менее 2%), что позволяет не корректировать «Информацию об остойчивости».

В связи с увеличением мощности силовой установки в составе проекта выполнен проверочный расчет валопровода по правилам РРР, который показал достаточность прочностных характеристик гребного вала при эксплуатации нового двигателя.

Расчеты крутильных колебаний системы двигатель-редуктор-валопровод-движитель показали, что на всех режимах работы силовой установки не возникает опасных резонансов. Данное обстоятельство должно быть проверено проведением торсиографирования.

Увеличились удельные капитальные вложения. Вследствие модернизации, снизились расходы на топливо и смазочные материалы, что привело к снижению эксплуатационных расходов.

Срок окупаемости капиталовложений на модернизацию выразился в 1 год, что меньше нормативного срока. Годовой экономический эффект составил 6,3 млн. руб.

Инд. №подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Судовые системы и трубопроводы судовых энергетических установок: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016.
2. Судовые вспомогательные системы и механизмы Москва: Альтаир : МГАВТ, 2014г. Храмов, М.Ю. Разработка мероприятий по улучшению технико-экологических характеристик среднеоборотных судовых дизелей [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.08.05 / ВГАВТ. - защищена 27.10.2008. - Н.Новгород, 2008. - 21 с.
3. Матвеев, Ю.И. Эксплуатация судовых дизельных установок [Текст] : метод. пособие к проведению лабор. занятий для студ. 5-го курса очн. и заочн. обучения спец. 26.05.06. - Н.Новгород : ВГУВТ, 2016. - 100 с.
4. Варечкин, Ю.В. Эксплуатация судовых турбомашин [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. очн. и заочн. обучения спец. 180403 / ВГАВТ. - Н.Новгород, 2012. - 1 текст/файл.
5. Волжский государственный университет водного транспорта. Вестник Волжской государственной академии водного транспорта [Текст] . Вып. 44. - Н.Новгород : ВГУВТ, 2015. - 354 с. - ISBN 1991-8275.
6. Арефьев, Н.Н. Грунтовые центробежные насосы землесосных снарядов (устройство, эксплуатация, расчет и проектирование) [Текст] : учебно-метод. пособие для студ. очн. и заочн. обучения спец. 260506. - Н.Новгород : ВГУВТ, 2016. - 140 с.
7. Епифанов, В.С. Конструкция двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : метод. рекомендации. - М. : МГАВТ, 2013. - 107 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46472.html>. (06.09.2022г, 13:30)
8. Савинов В.И. Охрана труда: Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» для студентов. – Н.Новгород: Издательство ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2005 – 24с.
9. Борисов Н.Н., Пискунов В.А., Пономарев Н.А., Садеков М.Х. основные требования к оформлению дипломных и курсовых проектов (работ). – Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2005. – 66с.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
-------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

10. Судовые системы и трубопроводы судовых энергетических установок: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016. [223 с]. – 1 CD. – ISBN 978-5-7444-3720-6. Куренский А.В., Куренский В.Е., Грибиниченко М.В., Куценко.

11. Судовые системы и трубопроводы судовых энергетических установок: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016. Судовые вспомогательные системы и механизмы Москва: Альтаир : МГАВТ, 2014г.

12. Пахомов Ю.А., Корабков Ю.П., Дмитриевский Е.В., Васильев Г.Л. «Топливо и топливные системы судовых дизелей» Москва 2002-496 стр.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ПФв-04.160.120.001 ПЗ</i>	Лист
						94

Приложение А

(Технологический процесс монтажа главного двигателя)

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ

Лист

95

Приложение Б
(Чертежи дипломного проекта)

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФв-04.160.120.001 ПЗ