

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 руководителя структурного подразделения,
ответственного за подготовку ВКР)

 Е.В. Баранова

(Ф.И.О. руководителя структурного подразделения, ответственного
за подготовку ВКР)

« 01 » 12 2022 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему: «Энергетическая установка буксира проекта Р-33Б
с заменой главных двигателей»

(тема ВКР)


Направление подготовки
(специальность)

26.05.06 Эксплуатация судовых
энергетических установок

Образовательная программа

Эксплуатация судовых энергетических
установок

Обучающийся

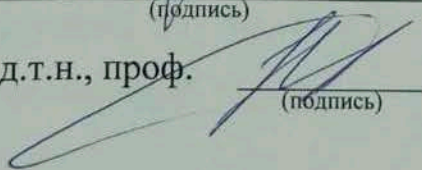

(подпись)

В. П. Федотов

(Ф.И.О.)

Руководитель ВКР

д.т.н., проф.


(подпись)

Ю. И. Матвеев

(Ф.И.О.)

г. Пермь
2022

Оглавление

Введение.....	4
1. Основные сведения о теплоходе проекта Р-33Б.....	7
1.1 Основные характеристики теплохода «Плотовод-617».....	7
1.2 Судовая энергетическая установка.....	12
1.3 Актуальность темы исследования.....	15
1.4 Модернизационные мероприятия СЭУ.....	17
2. Гидродинамический расчет.....	18
2.1 Расчет сопротивления воды движению судна.....	18
2.2 Расчет минимально необходимой мощности главных двигателей.....	21
3. Замена и обоснование выбора главного двигателя.....	26
3.1 Требование правил Российского Речного Регистра Судоходства к главным двигателям.....	26
3.2 Выбор типа главного двигателя.....	28
4. Расчет элементов движительного комплекса на полное использование мощности главных двигателей.....	31
4.1 Расчет движителей.....	31
4.2 Расчет ходовых характеристик судна.....	36
4.3 Расчет ограничительной характеристики двигателя.....	37
4.4 Расчет динамических характеристик винтовых движителей.....	39
4.5 Ходовые характеристики судна.....	40
5 Расчет валопровода.....	43
5.1 Расчет диаметра вала.....	43
5.2 Расчет диаметра болтов соединительной муфты.....	44
6. Расчет систем, обслуживающих судовую энергетическую установку.....	45
6.1 Система топливная.....	45
6.2 Система смазывания.....	53
6.3 Система водяного охлаждения.....	57

Подп. и дата	
Име. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Име. № подл.	

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

6.4 Система сжатого воздуха.....	61
6.5 Газовыпускная система.....	63
7. Технология установки главного двигателя на фундамент.....	66
7.1 Описание и расчет процесса.....	66
8. Охрана труда и пожарная безопасность.....	71
8.1 Общие положения.....	71
8.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	73
8.3 Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении.....	76
8.4 Расчеты вентиляции машинно-котельного помещения.....	78
8.5 Противопожарные меры.....	81
8.6 Электробезопасность.....	83
9. Техничко-экономическое обоснование флота.....	86
9.1 Затраты на модернизацию судна.....	86
9.2. Расчёт отдельных статей затрат.....	87
9.3 Расчет производственных показателей.....	90
9.4 Расчёт эксплуатационных расходов.....	91
9.5 Расчет экономической оценки показателей по судну.....	96
Заключение.....	103
Библиографический список.....	105
Приложение А. Технологический процесс замены главного двигателя ТМЗ 8481.10-07.....	107
Приложение Б. Графический материал.....	108

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Введение

В современном мире перевозка водным транспортом очень востребована. Даже в нашей стране существуют отдаленные места, куда возможна перевозка крупногабаритных грузов исключительно с помощью водного транспорта.

Российская Федерация обладает самой широко развитой сетью внутренних водных путей, общая протяженность которых равна 101 тыс. км. Наибольшее значение имеют пути, которые имеют гарантированные глубины, что позволяет речному транспорту осуществлять функцию перевозки, как грузов, так и пассажиров.

Речной транспорт относится к одному из самых старых в стране. Его значение в северных и восточных районах нашей страны велико, особенно там, где низкий охват железнодорожным или автомобильным транспортом. Для таких регионов доля грузооборота водного транспорта в среднем составляет около 4%.

Такая высокая значимость водного транспорта обуславливает пристальное внимание к эксплуатации судов. В ее задачи входит осуществлении функции грузовых и пассажирских перевозок, обеспечение безопасных перевозок, сохранности грузов и имущества пассажиров, охрана жизни как перевозимых пассажиров, так и персонала, осуществляемого судоходство, а также сохранение окружающей среды (в частности водных объектов) в процессе передвижения по воде.

Исходя из вышесказанного, основное преимущество водного транспорта заключается в возможности перевозки крупногабаритных грузов, а также в способности осуществить грузовые и пассажирские перевозки в труднодоступные для другого транспорта районы нашей страны. Что касается морских путей, то водным транспортом осуществляются и международные морские перевозки, которые также в ряде регионов являются единственно доступным средством перевозки грузов в большом объеме.

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

4

Такая актуальность эксплуатации водного транспорта обуславливает пристальное внимание к показателям его работы, которые находятся в прямой связи с эксплуатационными характеристиками судна и эффективностью их использования.

Интенсивная эксплуатация приводит к снижению качества судовых технических средств и судна в целом в течении времени. Этот процесс неизбежен, и для его замедления необходимо проведение следующих манипуляций: проведение тех. обслуживания, ремонта, а также при необходимости модернизации как судовых систем, так и самого судна в целом. Проведение всех вышеперечисленных операций требует как временных, так и трудовых, и материальных ресурсов.

Ряд судоходных компаний осуществляют модернизацию судовых систем и самого судна в целом, что позволяет повысить его эксплуатационный ресурс и увеличить промежуток эксплуатации, и при необходимости ремонта уменьшить затраты на его проведение.

Затраты на судовые энергетические установки составляют при строительстве судна до 35% от общей стоимости затрат. Без сомнения, их влияние на технические, эксплуатационные и экономические показатели судна достаточно велико. При этом модернизация силовых установок с целью их замены на более новые позволяет улучшить эти показатели.

При этом расходы на техническую эксплуатацию главной энергетической установки составляют значительную долю общих расходов на эксплуатацию судна, в связи с чем при ее модернизации в первую очередь пристальное внимание уделяется технико-экономическим показателям выбранного в качестве замены главного двигателя.

В связи с этим, цель работы – модернизация энергетической установки буксира проекта Р-33Б с заменой главных двигателей.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- привести основные сведения о судне проекта Р-33Б;
- провести гидродинамический расчет;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						5

- обосновать замену главного двигателя;
- провести основные технологические расчеты;
- изучить вопросы охраны труда и пожарной безопасности при модернизации и замене главного двигателя;
- провести технико-экономическое обоснование.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ					Лист	
										6	
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1. Основные сведения о теплоходе проекта Р-33Б

1.1 Основные характеристики теплохода «Плотовод-617»

Основные показатели судна «Плотовод-617»: данный буксир представляет собой двухвальный буксир с одноярусной надстройкой.

Судно предназначается для осуществления буксировки плотов сухогрузных составов и наливных барж с нефтепродуктами всех классов.

Класс Речного регистра и район плавания – «Р» - лед. Водные бассейны разряда «Р».

В настоящее время теплоходы проекта Р-33Б эксплуатируются в следующих речных системах: Кама, Верхний Иртыш, Волга, Обь.

На рисунке 1.1 мы представлен план «Плотовод-617».

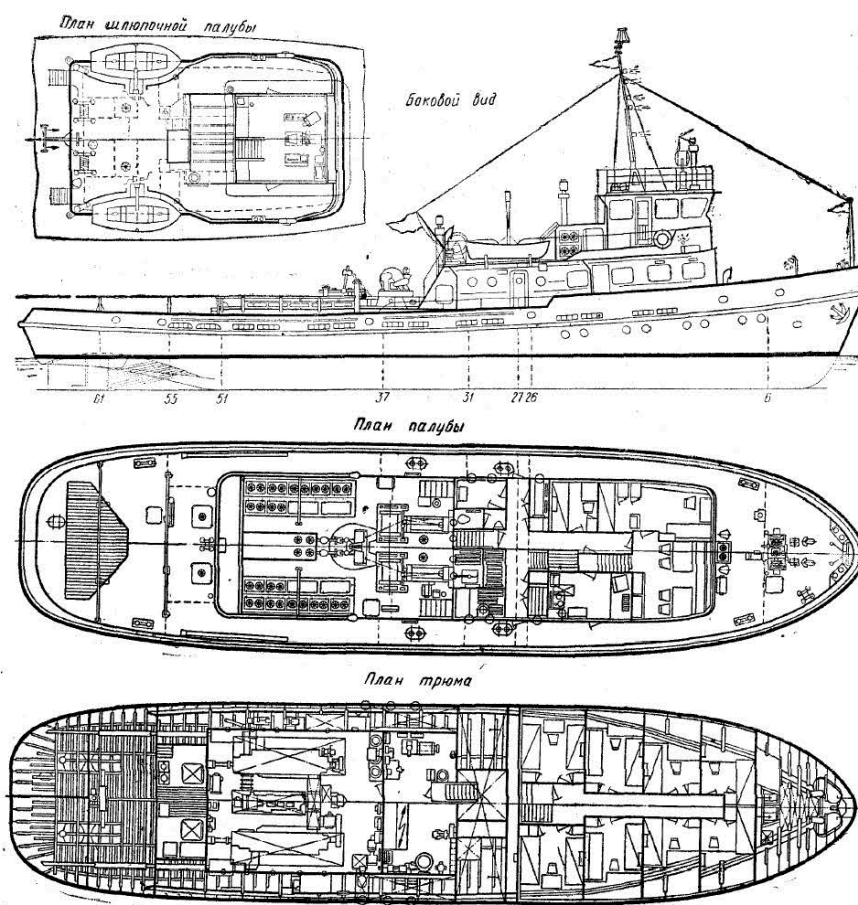


Рисунок 1.1 - План теплохода «Плотовод 617»

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						7

В таблице 1.1 представлены основные характеристики теплохода проекта Р-33Б.

Таблица 1.1 – Основные характеристики теплохода «Плотовод-617»

Размеры судна габаритные, м	
Длина	33,84
Ширина	8
Высота от ОЛ до верха поручней на рулевой рубке	8,8
Размеры корпуса расчетные, м:	
Длина	32
Ширина	7,6
Высота борта на миделе	2,5
Высота надводного борта, м	1,04
Водоизмещение наибольшее, т	213,8
Осадка при водоизмещении 213, 8 т, м:	
Средняя	1,46
Носом	1,11
Кормой	1,75
Водоизмещение с запасами на 14 суток, т	192,8
Мест для экипажа	12
Автономность, сутки:	
Расчетная	10
Максимальная	14
Двигатели	
Тип	Гребной винт
Количество	2
Диаметр, м	1,25
Шаг, м	1,72/1,51
Дисковое отношение	0,65
Число лопастей	5/4
Материал винта	Сталь 25Л-П
Насадки	Направляющие
Диаметр, м	1,27
Длина, м	0,94

На рисунке 1.2 представлен внешний вид теплохода «Плотовод-617»

Име. № подл.	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

8



Рисунок 1.2 – Общий вид теплохода «Плотовод-617»

В таблице 1.2 представлены спасательные средства, которыми оснащают теплоход проекта Р-33Б - «Плотовод 617»

Таблица 1.2 – Спасательные средства и устройства теплохода «Плотовод-617»

Спасательные средства	
Спасательный круг, шт.	4
Спасательный круг с самозажигающимся буйком, шт.	1
Спасательный круг со спасательным линём, шт.	1
Спасательный жилет, шт.	9
Спасательные устройства	
Шлюпка	Пластмассовая
Длина, м	3,5
Количество	2
Шлюпобалки	Хоботковые
Количество	2
Механизм подъема шлюпок	Ручная лебедка ЛРС-0,3
Грузоподъемность, кг	300

В таблице 1.3 представлена характеристика швартового устройства.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

9

Таблица 1.3 – Швартовые устройства теплохода «Плотовод-617»

	Тип, марка, диаметр каната, мм	Количество
Швартовые канаты	Канат синтетический, Ø=26,0; L= 20,0	2
Швартовые канаты	Канат синтетический Ø=40,0; L= 20,0	1
Швартовые механизмы	Брашпиль Б-2Р	1
Швартовое оборудование	Кнехты двойные крестовые	4
Швартовое оборудование	Киповые планки с двумя роульсами	2

Якорное устройство судна представлено носовыми становыми якорями, работа которых производится за счет брашпиля.

В таблице 1.4 представлена характеристика якорного устройства теплохода «Плотовод 617».

Таблица 1.4 – Якорное устройство теплохода «Плотовод-617»

	Носовое	
	Левый якорь	Правый якорь
Тип, марка якорного механизма	Брашпиль, Б-2Р	Брашпиль, Б-2Р
Тип якорей	Холла	Холла
Вес якорей, кг	300	300
Длина цепей, м	50,0	50,0
Калибр цепей, мм	19,0x75x50	19,0x75x50
Конструкция цепей	Без распорок	Без распорок
Брашпиль		
Расчетная глубина якорной стоянки, м	40	
Тяговое усилие на звездочке при отрыве якоря, кгс	2500	
Тяговое усилие при швартовании, кгс	1400	
Скорость подъема якоря, м/мин	8	
Электродвигатель	МАП211-4/8	
Мощность, кВт	3,6/2,5	
Частота вращения, об/мин	1380/680	
Управление	Местное	

Име. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подл. и дата	

Общий вид брашпиля на данном судне представлен на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Общий вид брашпиля Б-2Р

Рулевое устройство представлено балансирующим рулем в количестве 2 штук. Рулевая машина – РГ-1,6.

Таблица 1.5 – Рулевое устройство теплохода «Плотовод-617»

	Система привода	Марка рулевой машины	Количество	Тип рулевого органа	Количество рулевых органов
Основной привод	Гидравлическая	РГ-1,6	1	Руль балансирующий	2
Запасной привод	Гидравлическая	РГ-1,6	1	Руль балансирующий	2

Управление осуществляется двумя распределительными золотниками (основной и запасной приводы) из рулевой рубки. Исполнительный механизм – от рулевой машины проекта №1661 с усиленными отдельными узлами на повышенное давление.

Основные элементы буксирного устройства, с его характеристиками, приведены в таблице 1.6.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

11

Таблица 1.6 – Буксирное устройство теплохода «Плотовод-617»

Тип	Буксирная лебедка и буксирный гак		Номинальное тяговое усилие, кН		
			Количество	Буксирный канат	
				Диаметр, мм	Длина, м
Состав	Тип	Марка			
Буксирный канат	Стальной	28,0-Г-13-Ж-Н-Р-1770/180	2	28,0	250,0
Буксирное оборудование	Буксирные арки	-	5	-	-
Буксирное оборудование	Ограничители буксирного каната	-	2	-	-
Буксирное оборудование	Буксирный клюз	-	2	-	-
Буксирная лебедка	Гидравлическая	ГЛБ 3/12	2	-	-
Буксирный гак	С дистанционным управлением	Протасова	1	-	-

1.2 Судовая энергетическая установка

На теплоходе «Плотовод-617» установлены главные двигатели, модель - 6NVD26A-3.

Техническая характеристика данной модели представлена в таблице 1.7.

Ине. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						12

Таблица 1.7 – Техничко-эксплуатационная характеристика главного двигателя

Характеристики	6NVD26A-3
Тип двигателя	Шестицилиндровый, четырёхтактный, простого действия, с газотурбинным наддувом, нереверсивный
Мощность, кВт	272
Диаметр цилиндра, мм	180
Ход поршня, мм	260
Среднеэффективное давление, Мпа	0,88
Расположение цилиндров	Рядное
Частота вращения, мин ⁻¹	950
Степень сжатия	12,5
Удельный расход топлива, г/кВт*ч	222
Масса, кг	5300

Общий вид главного двигателя представлен на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Общий вид главного двигателя 6NVD26A-3

В таблице 1.8 дана характеристика дизель-генератора ДГА-50-9.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

13

Таблица 1.8 – Технико-эксплуатационная характеристика дизель-генератор ДГА-50-9

Наименование	Значение
Модель	ДГА-50-9
Дизель	6Ч12/14
Количество на судне	1
Диаметр цилиндра, мм	120
Ход поршня, мм	140
Мощность, э.л.с.	80
Частота вращения, мин ⁻¹	1500
Пуск	Электростартером Ст-25
Направления вращения	Против часовой стрелки
Топливо используемое	ДТф марки Б
Расход топлива удельный, г/(кВт×ч)	234
Масло используемое	М-10В2
Расход масла, кг/(Вт×ч)	1,63
Модель генератора	МС92-4
Мощность генератора, кВт	50
Напряжение, В	230
Частота, Гц	50
Коэффициент φ	0,8
Управление	Автоматический пуск дизель-генератора при падении частоты тока валогенератора на 20%. Дистанционный пуск и остановка из рулевой рубки и из МО

На рисунке 1.5 представлен общий вид дизеля



Рисунок 1.5 – Общий вид дизеля 6Ч 12/14

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						14

Общесудовые системы судна включают в себя также:

- балластно-осушительную систему,
- противопожарную систему,
- систему водоснабжения,
- сточно-фановую систему,
- систему отопления,
- систему вентиляции.

Автономный котлоагрегат – КЧМ-2 (секционный водогрейный с автоматизированной форсункой). Данные представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Технические характеристики КЧМ-2

Теплопроизводительность, Вт	29000
КПД	77
Число секций	6
Вместимость, л	34,2
Габариты, мм:	
длина	525
высота	1040
ширина	450
Масса секций, кг	365
Разрежение, Па	15
Температура воды на выходе, °С	95

1.3 Актуальность темы исследования

Основными определяющими характеристиками, которые влияют на технико-экономические показатели работы любого судна, является топливная экономичность, долговечность, безотказность, масса и габариты,

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						15

акустически-вибрационные характеристики, ремонтпригодность, экологическая безопасность.

Модернизация и переоборудование судов с целью улучшения технических характеристик, как правило, является одним из путей, с помощью которых можно решить ряд проблем. Замена энергетических установок на более современные модели является одним из вариантов модернизации на судне.

Как было рассмотрено ранее, главные двигатели, которые установлены на суднах проекта Р-33Б, представлены моделью - 6NVD26A-3.

Основной его недостаток – это моральное устаревание, и, как следствие, снижение экономических характеристик теплохода, а также снижает экономические характеристики судна, увеличивает частоту ремонтов, а также межремонтный интервал, что сказывается на показателях работы судна.

Для того, чтобы выбрать двигатель на замену, необходимо опираться на следующие параметры:

- Мощность главного двигателя;
- Количество и частота вращения движителей;
- Экономические параметры.

Эксплуатация главной энергетической установки занимает около 50% всех расходов, которые затрачиваются на работу судна. И именно это обуславливает выбор главного двигателя по технико-экономическим характеристикам.

В связи с этим, актуальность темы дипломного проекта обоснована, и ее главной целью является замена энергетической установки на более современный, экономичный вариант, который повысит технико-экономические показатели работы теплохода.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						16

1.4 Модернизационные мероприятия СЭУ

Эксплуатация судовых двигателей в течение длительного времени приводит к ее износу. Износ главной энергетической установки приводит к повышению расходов.

Для снижения расходов, а также повышению технико-экономических и экологических показателей судна относятся:

- применение современных моделей двигателей;
- выбор оптимального гребного винта с высокими пропульсивными качествами и максимальным коэффициентом полезного действия, его поддержание в исправном техническом состоянии, использование насадок, снижение частоты вращения винта за счет применения малооборотных двигателей;

- проведение диагностики топливоподачи на судне, как в периодическом времени, так и с установкой специального диагностического оборудования;

- использование устройств для регулирования величины угла опережения подачи топлива в зависимости от нагрузки. Данное мероприятие может снизить расход топлива от 2 до 3%;

- применение автоматизированных систем подогрева надувочного воздуха и охлаждающей воды при работе двигателя на долевых нагрузках.

Все вышеперечисленные мероприятия позволяют повысить экономические показатели судна. Но в данном проекте предлагается заменить двигатели главной судовой установки на более новые, современные.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

2. Гидродинамический расчет

2.1 Расчет сопротивления воды движению судна

Гидродинамический расчет и выбор главной энергетической установки осуществляется в следующей последовательности:

- определение сопротивления воды движению судна R , кН, по формуле(2.1):

$$R = \xi \left(\frac{\rho}{2} \right) s v_c^2 \quad (2.1)$$

где ξ – безразмерный коэффициент сопротивления воды движению судна;

ρ – плотность воды, т/м³;

s – площадь смоченной поверхности судна, м²;

v_c^2 – скорость движения судна, м/с.

Коэффициент ξ определяем по судну прототипу по формуле (2.2):

$$\xi = \frac{2P_e x_B \eta_{п\eta_{в}}}{(\rho s_{пр} v_c^3)} \quad (2.2)$$

где P_e – эффективная мощность одного двигателя судна прототипа, кВт;

x_B – количество двигателей;

$\eta_{п\eta_{в}}$ – КПД передачи и валопровода, $\eta_{в} = 0,97$;

$s_{пр}$ – смоченная поверхность судна-прототипа.

$$s = L(0,5\delta + 0,4) \cdot (B + 2T_k), \text{ при } \delta < 0,7 \quad (2.3)$$

где LBT_k – длина, ширина и осадка кормой судна прототипа, м;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

δ – коэффициент водоизмещения.

Подставляем данные в формулу 2.3:

$$s = 33,84(0,5 \cdot 0,5 + 0,4)(8 + 2 \cdot 1,13) = 225,6\text{м}^2$$

$$\eta_{\text{ш}} = \frac{(1-t)}{(1-W)} \eta_{\text{р}} \quad (2.4)$$

где W , t – коэффициенты попутного потока и засасывания;

$\eta_{\text{р}}$ – КПД винта по корпусной диаграмме.

Подставляем данные в формулу (2.4):

$$W = 0,55\delta - 0,2 = 0,55 \cdot 0,5 - 0,2 = 0,075 \quad (2.5)$$

$$t = 0,8W(1 + 0,25W) = 0,8 \cdot 0,075(1 + 0,25 \cdot 0,075) = 0,061 \quad (2.6)$$

Значение расчетного КПД винта снимают с корпусной диаграммы при диаметре D_b , шаге H_b , дисковом отношении Q , относительной поступи λ_p винта судна прототипа.

$$D_b = 1., \text{ м}; H_b = 1,51\text{м}; Q = 0,65; V_c = 20 \text{ км/час} = 5,56 \text{ м/с}$$

$$\lambda_p = \frac{v_p}{D_b \times n_b} \quad (2.7)$$

Где n_b частота вращения двигателя, с^{-1} ;

$$n_b = 950 \text{ об/мин} = 15,8$$

v_p – скорость поступательного движения винта, м/с

$$v_p = V_c(1 - \psi W) = 5,56(1 - 0,075) = 5,1 \quad (2.8)$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						19

$$\lambda_p = \frac{5,1}{1,25 \cdot 1,8} = 0,25$$

КПД винта по корпусной диаграмме $\eta_p = 0,5$

$$\text{КПД передачи } \eta_{\text{п}} = \frac{1-0,061}{1-0,075} \cdot 0,5 = 0,50$$

$$\xi = \frac{2 \cdot 272 \cdot 2 \cdot 0,97 \cdot 0,5}{1 \cdot 225,6 \cdot 5,56^3} = 0,013$$

$$R = 0,013 \cdot 0,5 \cdot 225,6 \cdot 5,56^2 = 45,3 \text{ кН}$$

При изменении значения скорости, осуществляем сопротивление воды, которое оказывает теплоход при движении.

Изменяя значение скорости, определяю сопротивление воды движению судна.

По сопротивлению воды движению судна при заданной скорости определим упор винта R , кН.

$$T = \frac{R}{x_v \cdot (1-t)} \quad (2.9)$$

Подставляем данные в формулу (2.9):

$$T = \frac{45,3}{2 \cdot (1 - 0,061)} = 24,1$$

На рисунке 2.1 мы видим график зависимости сопротивления воды движению судна от скорости.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						20

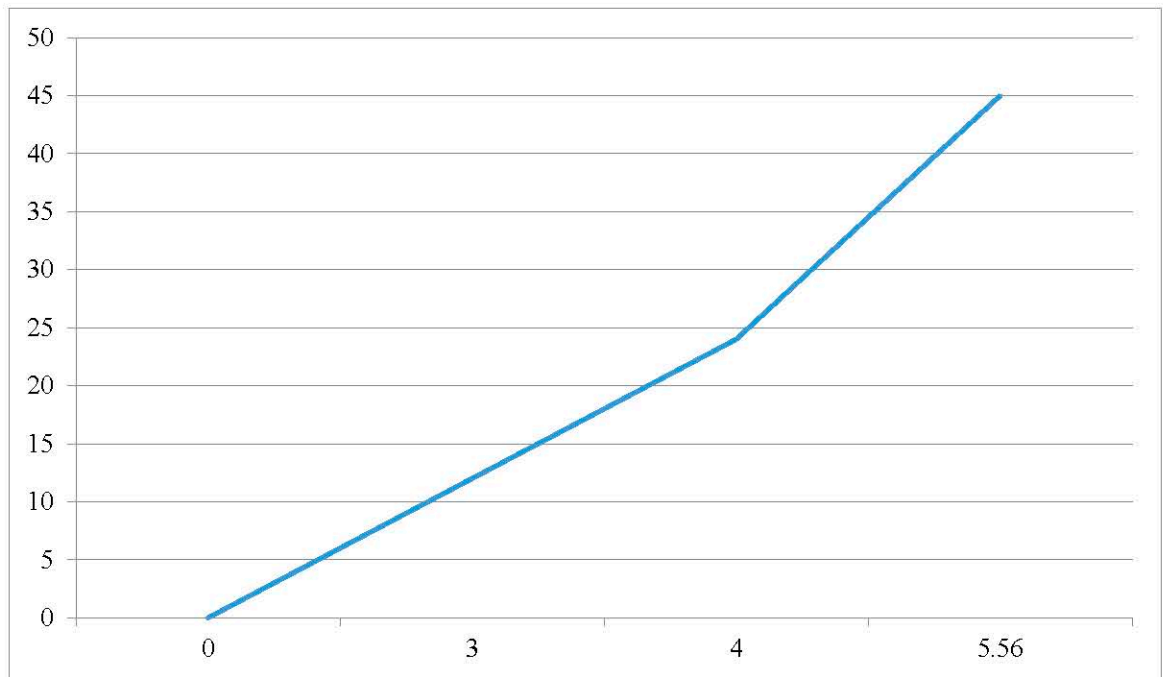


Рисунок 2.1 – Зависимость сопротивления воды движению судна от скорости.

2.2 Расчет минимально необходимой мощности главных двигателей

Проведем расчет минимально необходимой мощности главных двигателей применительно к различным возможным диаметра винта. Выберем ряд значений диаметров винта – между максимальным и минимальным.

Максимальный диаметр винта для двухвальных установок:

$$D_{max} = 1,44 \cdot T_k = 1,44 \cdot 1,13 = 1,62 \text{ м} \quad (2.10)$$

Максимальный диаметр винта для двухвальных установок:

$$D_{min} = 0,65 \cdot 1,13 = 0,73 \text{ м}$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Где T_k – осадка кормой судна прототипа, м.

Назначаем ряд промежуточных диаметров:

$$D_1 = 0,93\text{ м}; D_2 = 1,13\text{ м}; D_3 = 1,33\text{ м}$$

Дисковое отношение и число лопастей принимаем одинаковым с винтом судна прототипа: $\theta = 0,65z = 4$.

Для всех вариантов диаметра винта рассчитываем коэффициент упора диаметра k_d^1 , частоту вращения n_B , мощность, подведенную к винту P_p и эффективную мощность двигателя P_e .

$$k_d^1 = D_B \cdot v_p \cdot \sqrt{\frac{\rho}{T_k}} \quad (2.11)$$

где D_B – диаметр винта, м;

v_p – скорость поступательного движения винта, м/с;

ρ – плотность воды т/м³;

T_k – упор винта, кН;

$$n_B = \frac{v_p}{\lambda_p \times D_B}, \text{ с}^{-1} \quad (2.12)$$

где v_p – скорость поступательного движения винта, м/с;

λ_p – относительная поступь винта;

D_B – диаметр винта, м.

$$P_d = T_k \cdot \frac{v_p}{\eta_p}, \text{ кВт} \quad (2.13)$$

где T_k – упор винта, кН;

v_p – скорость поступательного движения винта, м/с;

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						22

η_p – расчетный КПД винта.

По значению коэффициента K'_d корпусной расчетной диаграммы, на кривой $n_{\text{опт}}$ находят расчетные точки и определяют их. Такими точками являются: точка относительной поступи – λ_p , точка гидравлического к.п.д. – η_p и точка Н/Д – шагового отношения винта.

$$P_э = \frac{P_{д.кз}}{\eta_в \cdot \eta_p}, \text{ кВт} \quad (2.14)$$

Значение КПД валопровода принимаем: $\eta_в = 0,97$.

Значение КПД редуктора принимаем: $\eta_p = 0,97$.

Результат гидравлического расчета представлен в таблице 2.1.

Исходные данные:

$T_k = 24,1$ кН;

$D_{\text{max}} = 1,62$ м;

$V_p = 5,1$ м/с;

$\rho = 1,0$ т/м³;

$\eta_в = 0,97$;

$\eta_{\text{ред}} = 0,97$;

$K_з = 1,1$.

Таблица 2.1 – Определение частоты вращения винта и необходимой мощности двигателя

Расчетные величины и формулы	Единицы измерения	Диаметр винта, м				
		$D_{\text{min}}=0,73$	$D_2=0,93$	$D_3=1,13$	$D_4=1,33$	$D_{\text{max}}=1,62$
$K'_d = D \cdot V_p \sqrt{\frac{\rho}{T_k}}$	–	0,74	0,94	1,15	1,35	1,65
$\left. \begin{matrix} \lambda_p \\ \eta_p \\ \text{Н/Д} \end{matrix} \right\} = f(K'_d)$	–	0,4	0,58	0,68	0,83	0,97
	–	0,57	0,66	0,7	0,72	0,76
	–	0,62	0,8	0,9	1,1	1,2

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

$n = \frac{V_p}{\lambda_p \cdot D}$	с ⁻¹	18,5	9,8	6,9	4,6	3,2
$P_D = \frac{T_k \cdot V_p}{\eta_p}$	кВт	275,1	186,2	175,5	170,7	161,7
$P_{\Sigma} = \frac{P_D \cdot K_3}{\eta_v \cdot \eta_{ред}}$	кВт	321,9	217,9	205,3	199,7	189,2
$n_m = n \cdot 60$	мин ⁻¹	1110	588	414	276	192

По результатам расчетов таблицы 2.1 изображаются на верхней части графика (рис. 2.2.) зависимости $D=f(n)$, $P_{\Sigma}=f(n)$, а зависимости $\eta_{H/D}=f(n)$, $K'_d=f(n)$ и $\lambda_p=f(n)$ – на нижней его части.

Выбор двигателя необходимо делать с учетом того, чтобы выбранный двигатель имел требуемый резерв мощности, точка характеризующая двигатель на рисунке 2.2. должна располагаться выше или на кривой $P_{\Sigma}=f(n)$.

Выбранная частота вращения гребного винта должна лежать в пределах $n_{min} \div n_{max}$, по возможности ближе к n_{min} . Анализируя различные двигатели, удовлетворяющие мощности по условиям задания, следует учесть такие характеристики двигателя, как расход топлива, ресурс, масса и др.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						24

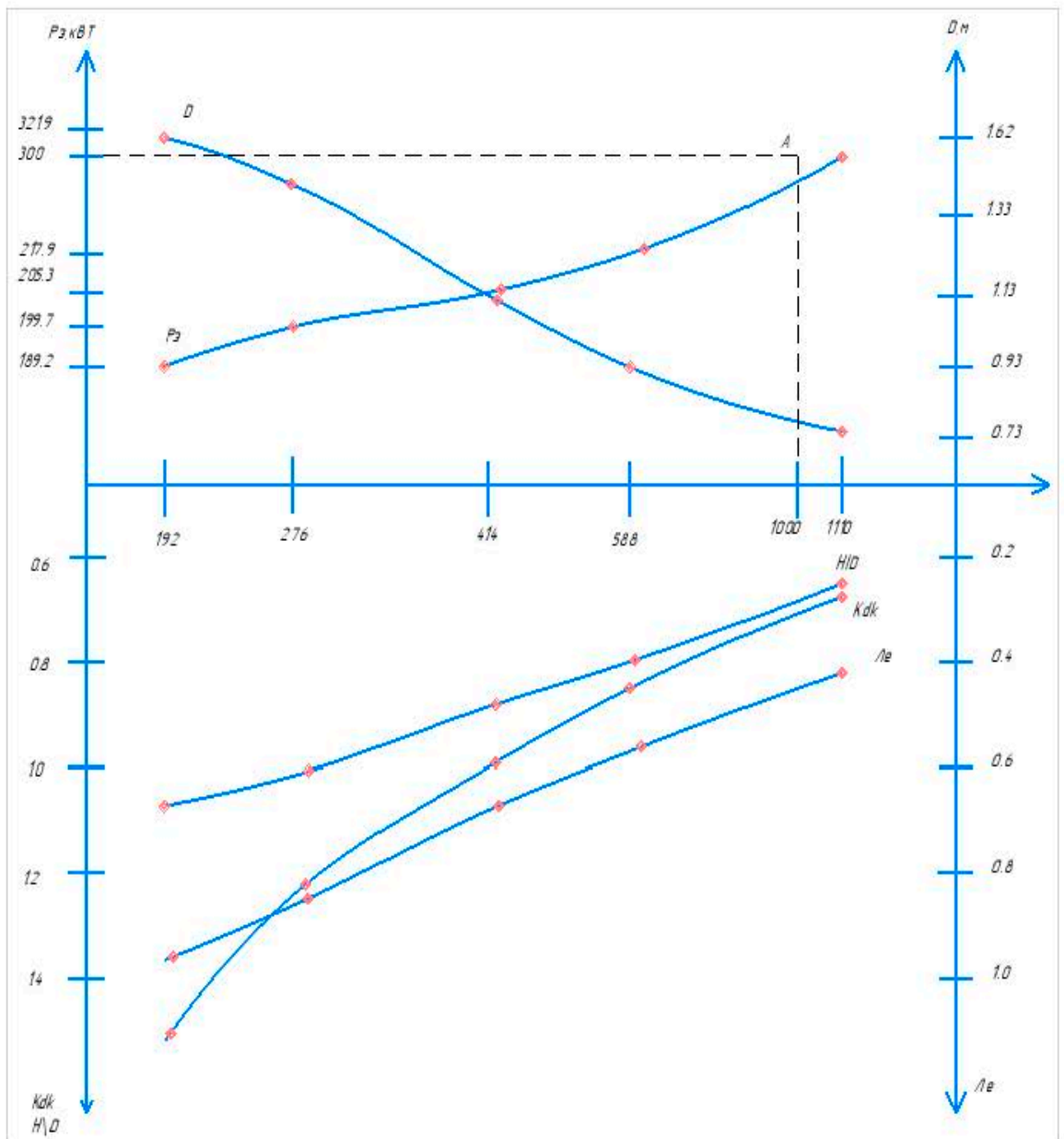


Рисунок 2.2 – График выбора главного двигателя и определения предварительных показателей винта

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

3. Замена и обоснование выбора главного двигателя

3.1 Требование правил Российского Речного Регистра Судоходства к главным двигателям

Правила Российского речного Регистра Судоходства предъявляют основные требования к главным двигателям судна.

Требования заключаются в следующем:

- исправное состояние двигателя;
- регулировка для обеспечения длительной и надежной работы (с минимальным для данного режима удельным расходом топлива и смазки) на любых режимах, определяемых полем допускаемых нагрузок, заключенных между верхней и нижней ограничительными характеристиками, в диапазоне от минимально устойчивой под нагрузкой до номинальной частоты вращения или частоты вращения, соответствующей полной мощности.

Данные требования распространяются на ДВС, мощность которых составляет до 55 кВт. Но каждый отдельный случай должен быть рассмотрен Речным Регистром.

У двигателей должна быть возможность осуществлять свою работу с перегрузкой, которая составляет около 10% от номинальной мощности за период времени от 1 часа. При этом данная периодичность таких режимов должна быть от 6 часов.

В ряде случаев, при утверждении Речного Регистра, возможен допуск двигателя с номинальным режимом без перегрузки.

При этом для двигателей, которые осуществляют реверсивную работу, и их работа осуществляется с передачей на винт, при маневрировании задним ходом должны развивать его по параметрам от 85% от переднего хода.

Минимальная устойчивая частота вращения главных двигателей с прямой передачей на винт должна быть не более 30% номинальной частоты

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

26

вращения. Должна быть обеспечена возможность безопасного проворачивания главных двигателей.

В случаях неудовлетворительного состояния главных и вспомогательных двигателей, их эксплуатация строго запрещена. Нарушение данного требования может привести к несчастным случаям или аварии, или разрушению судна. Такие неудовлетворительные параметры состоят в следующем:

а) рабочие параметры двигателей выходят за предельные значения, установленные инструкциями по эксплуатации;

б) имеются трещины и свищи в цилиндрических втулках и крышках, в деталях движения, нагнетательных трубках форсунок, маслопровода, пускового и распиливающего воздух устройств;

в) зазоры и износы в цилиндропоршневой группе и других деталях превышают предельные нормы, установленные заводом-изготовителем или техническими условиями;

г) неисправны системы (смазки, топлива, охлаждения, воздуха) или вспомогательные механизмы и устройства, обслуживающие двигатели (насосы, холодильники, подогреватели);

д) неисправно пусковое, реверсивное или валоповоротное устройство;

е) неисправны регуляторы;

ж) нарушена регулировка двигателя, о чем свидетельствуют ненормальные стуки, колебания частоты вращения и дымный выхлоп;

з) подправлены и выкрошены подшипники скольжения или на них имеются трещины, образующие на поверхности антифрикционного сплава замкнутый контур, или происходит нагрев подшипников выше пределов, допускаемых инструкцией по эксплуатации;

и) протекает вода из полостей охлаждения в полости цилиндров или в картер;

к) уплотнения головок блоков и клапанов пропускают газы;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						27

л) неисправны предохранительные клапаны, а также дистанционный привод запорного клапана для прекращения подачи топлива;

м) вибрация вызывает повреждения фундаментов, элементов корпуса, трубопроводов;

н) неисправны турбокомпрессоры наддувочного воздуха, а заводом-изготовителем не предусмотрена работа двигателя с застопоренным ротором турбокомпрессора;

о) чрезмерно нагреваются или шумят редукторные и реверсивные передачи и при снижении мощности и частоты вращения эти явления не устраняются;

п) неисправны или своевременно не проверены контрольно-измерительные приборы;

р) ослаблена посадка на валу гребного винта, имеются поломки или деформации лопастей гребного винта;

с) неисправны средства сигнализации и автоматизации, установленные на местных постах управления;

т) шатунные болты имеют деформации и повреждения или отработали установленные сроки;

у) амортизаторы имеют значительные деформации или повреждения.

Масла и сорта топлива разрешается использовать только те, которые указаны в технической эксплуатации, и которые соответствуют требованиям нормативной документации на данную марку или вид топлива.

3.2 Выбор типа главного двигателя

На судах проекта Р-33Б в качестве главного двигателя используется дизель-реверс-редукторный агрегат 6NVD26A-3 с редуктором MS-400, которые морально устарели и требуют замены.

В таблице 3.1 представлены характеристики базового и предлагаемого главного двигателя.

Ине. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подл. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						28

Таблица 3.1 - Сравнительная характеристика технико-эксплуатационных свойства главного двигателя и предлагаемого для модернизации

Характеристики	6NVD26A-3	ТМЗ 8481.10-07
Тип двигателя	Шестицилиндровый, четырёхтактный, простого действия, с газотурбинным наддувом, нереверсивный	Восьмицилиндровый, 4-х тактный, с турбонаддувом
Мощность, кВт (л.с.)	272	261 (355)
Расположение цилиндров	Рядное	V-образный
Частота вращения, мин ⁻¹	950	1500
Удельный расход топлива, г/кВт*ч	222	204
Масса, кг	5300	1395

Ниже представлены характеристики предлагаемого двигателя.

Таблица 3.2 - Характеристика технико-эксплуатационных свойства главного двигателя, предлагаемого для модернизации

Размерность двигателя ТМЗ-8481.10-07, DxS, мм	140x140
Тип двигателя ТМЗ-8481.10-07	4-х тактный
Расположение цилиндров двигателя ТМЗ-8481.10-07	V8
Рабочий объем двигателя ТМЗ-8481.10-07, л	17,24
Степень сжатия двигателя ТМЗ-8481.10-07	15,5
Впрыск топлива двигателя ТМЗ-8481.10-07	Непосредственный
Охлаждение двигателя ТМЗ-8481.10-07	Жидкостное
Мощность двигателя ТМЗ-8481.10-07, кВт(л.с.)	261(355)
Частота вращения коленчатого вала двигателя ТМЗ-8481.10-07, мин ⁻¹	1500
Максимальный крутящий момент двигателя ТМЗ-8481.10-07, Н·м(кгс·м)	1778(180)
Частота вращения коленчатого вала при макс. крутящем моменте, мин ⁻¹	1250-1350
Минимальный удельный расход топлива двигателя ТМЗ-8481.10-07, г/кВт·ч(Г/л.с.·ч):	204(150)
а) минимальный	204(150)
б) при номинальной мощности	

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

29

Изм. Лист № докум. Подл. Дата

Часовой расход топлива при номинальной мощности, кг/ч, не более	56
Удельный расход масла на угар, г/кВт·ч(г/л.с.·ч), не более	0,64(0,47)
Относительный расход масла на угар, % от расхода топлива	0,3
Габаритные размеры двигателя ТМЗ-8481.10-07, мм (длина / ширина / высота)	1495 / 1248 / 1189
Масса (вес) двигателя ТМЗ-8481.10-07, кг	1395

Сравнивая технические характеристики данных двигателей, делаем вывод, что предлагаемый является оптимальным выбором.

Дизельные двигатели ТМЗ (Тутаевский моторный завод, Россия) – выносливые, неприхотливые, простые в обслуживании дизельные силовые агрегаты, отлично приспособленные к работе при экстремально низких температурах.

Это двигатели нового поколения, соперничающие с продукцией западных аналогов – Volvo, MAN, IVECO, Cummins, Perkins и т.д.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						30

4. Расчет элементов движительного комплекса на полное использование мощности главных двигателей

4.1 Расчет движителей

Расчет в рамках данной главы имеет цель определение элементов движительного комплекса при полном использовании мощности главных двигателей.

Для расчета необходимы следующие данные:

1. Характеристика корпуса судна, кормовой обвод - обычный;
2. Заданная скорость хода судна;
3. Кривая зависимости сопротивления корпуса судна $R=f(V)$;
4. Характеристики энергетической установки.
5. Частота вращения гребного винта $n = 6,8c^{-1}$.
6. Предельно допустимый диаметр гребного винта $D_{max} = 1,62$ м;
7. Тип движителя: ОВ число гребных валов $x = 2$.

Определим мощность, подведенную к винту по формуле:

$$P_{до} = \frac{P_o \eta_B \eta_{пред}}{K_3}, \quad (4.1)$$

Где K_3 – коэффициент запаса мощности = 1,1.

Проведем расчет по формуле (4.1):

$$P_{до} = \frac{P_o \eta_B \eta_{пред}}{K_3} = \frac{261 \cdot 0,97 \cdot 0,97}{1,1} = 223,2 \text{ кВт}$$

Определим коэффициент попутного потока и засасывания по формуле:

$$W = 0,11 + \frac{0,16}{x} \delta^x \sqrt{\frac{3\sqrt{V}}{D}} \quad (4.2)$$

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						31

Где $x = 1$ – для винтов, расположенных в диаметральной плоскости;

$\delta = 0,57$ – коэффициент полноты водоизмещения;

D – диаметр винта, м;

V – объемное водоизмещение, м³.

Далее определим объемное водоизмещение по формуле:

$$V = L \cdot B \cdot T \cdot \delta, \quad (4.3)$$

Подставляем данные в формулу (4.3):

$$V = 33,84 \cdot 8 \cdot 1,13 \cdot 0,5 = 152,9$$

Далее определяем коэффициент попутного потока и засасывания по формуле (4.2):

$$W = 0,11 + \frac{0,16}{1} 0,5^1 \sqrt{\frac{\sqrt[3]{107}}{1,25}} = 0,11 + 0,09 \cdot 2,29 = 0,263$$

Определяем коэффициент засасывания по формуле:

$$t = 0,6W(1 + 0,67W) \quad (4.4)$$

Подставляем данные в формулу (4.4):

$$t = 0,6 \cdot 0,263(1 + 0,67 \cdot 0,263) = 0,21$$

Количество лопастей открытого винта принимается по условию: в случае, когда $K_d^i < 2,0$, то открытый винт принимается 4-лопастной. Отметим, что контур винта саблевидный является приоритетным, поскольку вариант такой формы позволяет снизить вибрацию корпуса судна.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						32

Минимально необходимое дисковое отношение по условию прочности лопастей открытого винта определяется по формуле:

$$\theta'_{min} = 0,0813 \left(\frac{az}{D\delta_{max}} \right)^{2/3} \sqrt[3]{mT} \quad (4.5)$$

Где a – коэффициент, зависящий от материала винта, для расчета принимается равным 0,065;

z – количество лопастей винта;

D – диаметр винта, м;

$\delta_{max}=0,09$ – предельное значение относительной толщины лопасти;

m – коэффициент, характеризующий возможную максимальную нагрузку на лопасть – принимаемый 1,15;

T – упор винта, кН.

Подставляем данные в формулу (4.5):

$$\theta'_{min} = 0,0813 \left(\frac{0,065 \cdot 4}{1,25 \cdot 0,09} \right)^{2/3} \sqrt[3]{1,15 \cdot 24,1} = 0,36$$

Далее определим минимальное дисковое отношение по условию отсутствия кавитации лопастей:

$$\theta''_{min} = 1275 \xi \frac{K_c}{P_c} (nD)^2 \quad (4.6)$$

Где ξ – эмпирический коэффициент, зависящий от нагрузки на винт и принимаемый для судов толкачей и буксиров равным 1,35;

n – частота вращения винта, об/с, принимаемой равной n_0 ;

D – диаметр винта, м;

K_c – кавитационная характеристика, определяемая в зависимости от H/D и λ_p равная 0,3;

P_c – абсолютное гидростатическое давление на уровне оси винта, Па.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						33

Определим абсолютное гидростатическое давление на уровне оси винта P_c по формуле:

$$p_c = p_a + \rho g h_v - p_d, \quad (4.7)$$

Где $p_a = 101300$ Па – атмосферное давление;

$\rho = 1000$ кг/м³ – плотность пресной воды;

$g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения;

$h_v = (T_k - D) = 0,6$ м – глубина погружения гребного винта;

p_d – давление насыщенных паров воды, принимаемое равным 2000 Па.

Подставляем данные в формулу (4.7):

$$p_c = 101300 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,6 - 2000 = 109186 \text{ Па}$$

Определим минимальное дисковое отношение по условию отсутствия кавитации лопастей, подставив известные данные в формулу (4.6):

$$\theta''_{min} = 1275 \cdot 1,35 \frac{0,3}{109186} (6,8 \cdot 1,25)^2 = 0,56$$

Получаем в результате расчетов:

$$\theta' < \theta'' \Rightarrow 0,45 < 0,56$$

Из этого выражения большее значение принимается как минимально допустимое при выборе расчетной диаграммы для открытого винта. В случаях, когда расчет производится для судов, которые не являются буксирами и толкачами при заданной силе тяги или толкания, то расчет производится методом последовательных приближений согласно данным, представленным в таблице 4.1.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						34

Для буксиров и толкачей последовательные приближения не рассчитываются, в данном случае расчет производится единожды. При этом, полное применение мощности и согласования элементов винта и двигателя способствуют появлению большей силы тяги или толкания, чем заданная, если мощность выбранного двигателя превосходит минимально необходимую мощность.

Расчет элементов движителя при полном использовании мощности двигателя представлен в таблице 4.1.

Используются исходные данные:

$$x=2;$$

$$P_d = P_{до} = 223,2 \text{ кВт};$$

$$n = n_0 = 16,6 \text{ с}^{-1};$$

$$V_0 = 5,56 \text{ м/с};$$

$$W_c = 0,293;$$

$$D_{\max} = 1,62 \text{ м};$$

$$\rho = 1 \text{ т/м}^3$$

Таблица 4.1 - Расчет элементов движителя при полном использовании мощности двигателя

Расчетные величин и формулы	Единицы измерения	№ последовательных приближений			
		1	2	3	4
		V_0	V_1	V_2	V_3
V_0	м/с	5,56	-	-	-
$V_p = V_0(1 - W_c)$	м/с	3,93	-	-	-
$K''_n = \frac{2,94 \cdot V_p}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot V_p}{P_d}}$	-	0,53	-	-	-
$\left. \begin{matrix} \lambda_p \\ \eta_p \\ H/D \end{matrix} \right\} = f(K'_d)$ (по машинной диаграмме)	-	0,3	-	-	-
	-	0,51	-	-	-
	-	0,64	-	-	-
$D = \frac{V_p}{\lambda_p \cdot n}$	м	0,79	-	-	-
$T_k = \frac{P_d \cdot \eta_e}{V_p}$	кН	29	-	-	-
$R = x \cdot T_k \cdot (1 - W_c)$	кН	41	-	-	-
$V = f(R)$ (по кривой сопротивления движения судна)	м/с	4,5	-	-	-

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Согласно алгоритму расчета, который представлен в таблице 4.1, первой ступенью расчета является расчет первого приближения в соответствии с заданной скоростью движения судна V_0 . За точку на «машинной» диаграмме берется точка на линии, где расположены значения оптимума коэффициента K_n'' .

Окончание расчета принимается расчет до точности расхождений в 1% между показателями исходной и полученной в результате расчета при приближении скорости.

При этом сопротивление воды определяется по формуле:

$$R = x_v \cdot T_k \cdot (1 - t) \quad (4.8)$$

Подставляем известные данные в формулу (4.8):

$$R = 2 \cdot 24,1(1 - 0,21) = 38,1$$

4.2 Расчет ходовых характеристик судна

Ходовые характеристики судна характеризуются, в том числе и ходкостью судна. Под ходкостью подразумевается способность судна развивать заданную скорость поступательного движения, осуществляемого в каких-либо определенных условиях плавания при условии приложения к судну движущей силы.

Оценивая ходкость судна, нужно опираться на условия, в которых осуществляется перемещение судна, а именно значение сопротивления водной среды, воздушной среды, характеристика двигателей, за счет действия которых осуществляется непосредственно перемещение судна.

Под ходовыми характеристиками судна подразумеваются графические изображения, которые свидетельствуют об изменении эффективного упора

Ине. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						36

двигателей, мощности двигателей, а также сопротивления движению судна в зависимости от его скорости.

Ходовые характеристики есть сочетанное действие трех составляющих: корпус, судовой энергетической установки и двигателей, которые осуществляют свою работу и тем самым производят движение судна. При расчете ходовых характеристик необходимо опираться на кривые сопротивления воды движению судна при различных условиях плавания, ограничительную характеристику двигателя; динамические характеристики гребного винта при его работе за корпусом судна.

4.3 Расчет ограничительной характеристики двигателя

Ограничительная характеристика – кривая изменения наибольших мощностей (подач топлива) для каждого скоростного режима, при которых условия протекания рабочего процесса обеспечивают надежную работу поршневой группы двигателя.

Критериями ограничивающими могут быть:

- Начало дымового выхлопа;
- Постоянство коэффициента избытка воздуха;
- Постоянство вращающего момента;
- Ограничительная характеристика двигателя.

Мощность двигателя с наддувом определяется по формуле:

$$P_e = \frac{P_{e0} \cdot (4\bar{n} - 1)}{3} \quad (4.9)$$

Где P_e – мощность на валу двигателя, кВт;

$$n' = \frac{n}{n_0} = \frac{16,6}{16,6} = 1 - \text{относительная частота вала винта.}$$

Данные по расчету ограничительной характеристики двигателя представлены в таблице 4.2.

Исходные данные:

Ине. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						37

$$P_{e0}=223,2 \text{ кВт};$$

$$n_0=16,6 \text{ с}^{-1};$$

$$D=1,25;$$

$$\eta_r=0,97;$$

$$\eta_b=0,97;$$

$$\rho=1\text{т/м}^3.$$

Таблица 4.2 – Расчет ограничительной характеристики двигателя

Формулы	Единицы измерения	Относительная частота \bar{n}				
		0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
$n=\bar{n}\cdot n_0$	с ⁻¹	6,64	9,96	13,28	14,94	16,6
$P_e=\frac{P_{e0}\cdot(4\bar{n}-1)}{3}$	кВт	44,64	104,16	163,68	193,44	334,8
$K_2^{qB}=\frac{0,159\cdot P_e\cdot\eta_r\cdot\eta_b}{\rho n^3\cdot D^5}$	-	0,024	0,016	0,010	0,008	0,006

На рисунке 4.1 представлена зависимость $P_e = f(n)$ и $K_2^{qB} = f(n)$.

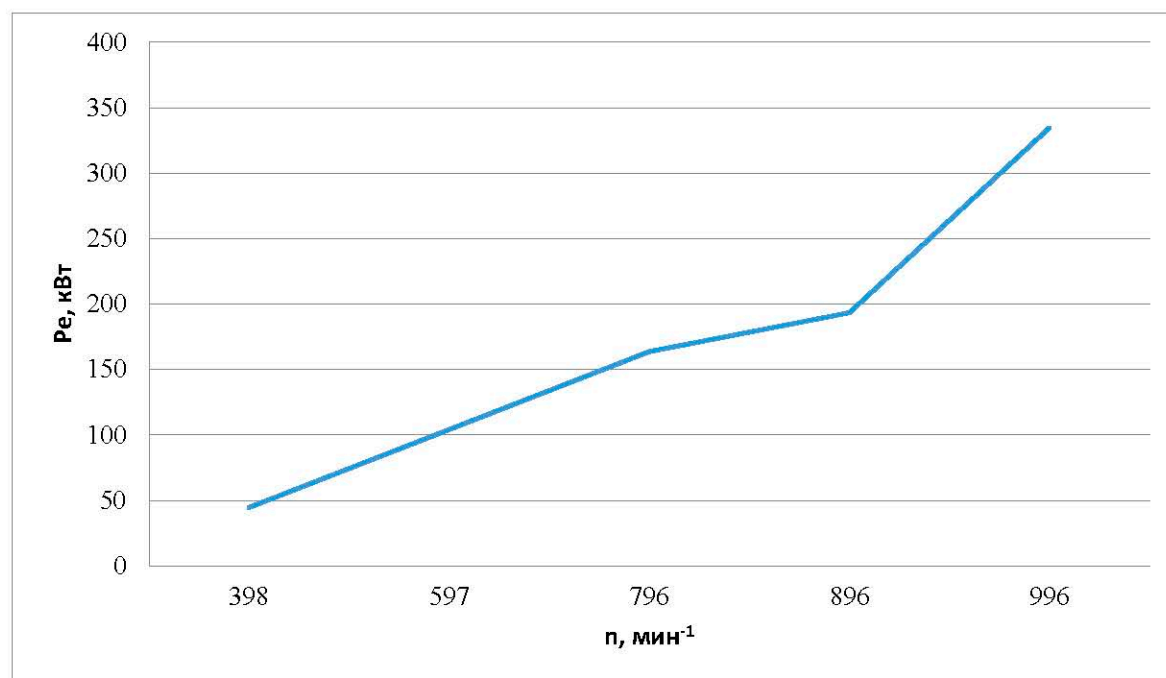


Рисунок 4.1 – График зависимости частоты вращения от мощности и диаметра гребного винта

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

4.4 Расчет динамических характеристик винтовых движителей

Динамические характеристики гребного винта представлены в таблице 4.3.

Для расчета используются следующие исходные данные:

$$Z=4;$$

$$\theta''=0,55;$$

$$\lambda_p^{\text{рас}}=0,3;$$

корма – обычная;

$$t_{\text{рас}}=0,20;$$

$H/D=0,64$ – из последнего приближения

Таблица 4.3 – Расчет динамических характеристик открытого винта

Расчетные величины и формулы	Относительная поступь λ_p					
	0	0,15	0,3	0,42	0,5	0,6
$k_1 = f(\lambda_p; H/D_B)$	0,26	0,23	0,18	0,13	0,10	0,06
$k_2 = f(\lambda_p; H/D_B)$	0,027	0,022	0,019	0,015	0,13	0,009
$S_1 = 1 - \lambda_p/(H_1/D_B)$	1	0,77	0,55	0,37	0,25	0,1
$t = t_{\text{шв}}/S_1$	0,20	0,24	0,36	0,54	0,8	1
$k_p = k_1(1 - t)$	0,208	0,16	0,11	0,05	0,02	0

Где k_1 – коэффициент упора винта;

k_2 – коэффициент момента;

S_1 – относительное скольжение винта;

k_e – коэффициент полезной тяги;

λ_p – относительная поступь;

$t_{\text{шв}}$ – коэффициент засасывания на швартовах.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

4.5 Ходовые характеристики судна

В состав ходовых характеристик судна входят кривые, представленные на рисунке 4.1, которые находятся в зависимости от скорости хода V_1 , м/с.

Расчет производится по формулам таблицы 4.5, которая является продолжением таблицы 4.4.(относительные поступи те же, что и в таблице 4.3.).

Исходные данные:

$$D=1,25 \text{ м};$$

$$W_c=0,263;$$

$$x=2;$$

$$\rho=1 \text{ т/м}^3.$$

Таблица 4.4 – Расчет ходовых характеристик при работе двигателя по ограничительной кривой

Расчетные величины и формулы	Единицы измерения	Относительная поступь и соответствующие значения K_2 и K_c						
		0	0,2	0,4	0,42	0,5	0,6	λ_p
		0,027	0,023	0,019	0,015	0,012	0,009	K_2
$n = f(K_2)$ снимаем $P_e = f(n)$ графика	с ⁻¹ кВт	6,6	7,1	8,2	8,7	За графиком		
$xT_p = x K_p r n^2 D^4$	кН	118	112,1	96,9	49,6			
$V_p = \lambda_p n D$	м/с	0	2,72	5,2	5,8			
$V = \frac{V_p}{1 - W_c}$	м/с	0	3,84	7,3	8,2			

По результатам расчета строятся графики ходовых характеристик, показанные на рисунке 4.2.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						40

Таблица 4.5 – Расчет ходовых характеристик при постоянных частотах вращения движителя

Расчетные величины и формулы	Единицы измерения	Относительная поступь и соответствующие значения K_2 и K_e						
		0	0,2	0,4	0,42	0,5	0,6	λ_p
		0,027	0,023	0,019	0,015	0,012	0,009	K_2
		0,208	0,17	0,11	0,05	0,02	0	K_p
$n = n_0 = 16,5$								
$P_e = \frac{K_2 \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5}{0,159 \cdot \eta_r \eta_B}$	кВт	370,8	315	260	205			
$xT_p = xK_p \rho n^2 D^4$	кН	276,5	225,9	146	66,8			
$V_p = \lambda_p \cdot n \cdot D$	м/с	0	4,12	8,25	8,66			
$n = 0,9 \cdot n_0 = 14,8$								
$P_e = \frac{K_2 \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5}{0,159 \cdot \eta_r \eta_B}$	кВт	267,1	227	187,9	148,6			
$xT_p = x \cdot K_p \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^4$	кН	222	181,2	117,6	53,2			
$V_p = \lambda_p \cdot n \cdot D$	м/с	0	3,7	7,4	7,7			
$n = 0,8 \cdot n_0 = 13,2$								
$P_e = \frac{K_2 \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5}{0,159 \cdot \eta_r \eta_B}$	кВт	189,5	161,4	133,4	105,9			
$xT_p = x \cdot K_p \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^4$	кН	176,9	144,6	93,6	42,5			
$V_p = \lambda_p \cdot n \cdot D$	м/с	0	3,3	6,6	6,93			
$n = 0,6 \cdot n_0 = 9,9$								
$P_e = \frac{K_2 \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5}{0,159 \cdot \eta_r \eta_B}$	кВт	79,9	68,1	56,3	44,4			
$xT_p = x \cdot K_p \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^4$	кН	99,5	81,3	52,6	23,9			
$V_p = \lambda_p \cdot n \cdot D$	м/с	0	2,4	4,95	5,2			
$n = 0,4 \cdot n_0 = 6,6$								
$P_e = \frac{K_2 \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5}{0,159 \cdot \eta_r \eta_B}$	кВт	23,7	20,2	16,7	13,4			
$xT_p = x \cdot K_p \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^4$	кН	44,24	36,1	23,4	10,6			
$V_p = \lambda_p \cdot n \cdot D$	м/с	0	2,72	5,2	5,8			

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

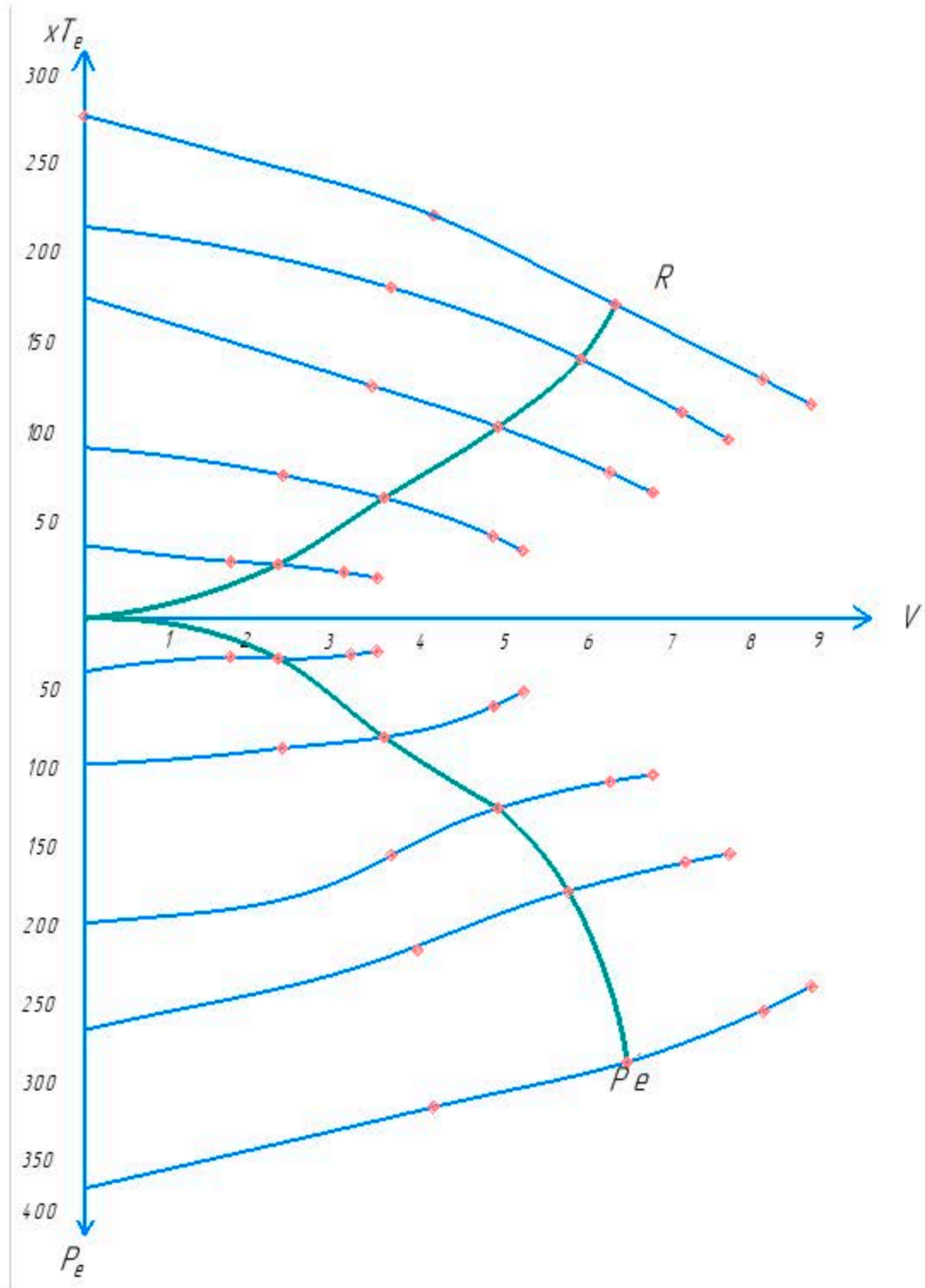


Рисунок 4.2 – Ходовые характеристики судна

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

5 Расчет валопровода

5.1 Расчет диаметра вала

Целью расчета диаметра вала является установление возможности применения для нового двигателя ранее применяемого валопровода. Данный расчет опирается на Правила Речного Регистра РФ.

Определение расчетного диаметра промежуточного вала определяется по формуле (5.1):

$$d \geq \frac{560}{R_m + 160} k C_{EW}^3 \sqrt[3]{\frac{P}{n \left[1 - \left(\frac{d_i}{d_r} \right)^4 \right]}} \quad (5.1)$$

Где R_m – временное сопротивление материала вала, МПа (находится в промежутке от 400 до 600 МПа);

k – коэффициент для промежуточных валов с кованными фланцами или фланцевыми бесплюночными муфтами, принимается равным $k=130$;

C_{EW} – коэффициент усиления. Для судов без ледового усиления принимается равным $C_{EW} = 1,0$;

P – расчетная мощность, передаваемая валом, 223,2 кВт;

n – расчетная частота вращения валопровода, принимается равным $n = 433,5 \text{ мин}^{-1}$;

d_i – диаметр осевого отверстия вала, мм, если этот диаметр меньше или равен $0,4d_i$, то можно принять $d_i = 0$;

d_r – действительный диаметр вала, мм, $d_r = 130 \text{ мм}$.

$$d_1 \geq \frac{560}{550 + 160} 130 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{223,2}{433,5 \left[1 - \left(\frac{0}{100} \right)^4 \right]}} = 82,2 \approx 80$$

$$d_2 \geq \frac{560}{400 + 160} 130 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{223,2}{433,5 \left[1 - \left(\frac{0}{150} \right)^4 \right]}} = 91,6 \approx 104$$

$$d_1 < d_r \quad 80 < 130$$

$$d_2 < d_r \quad 104 < 130$$

Подп. и дата
Име. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						43

По данным расчета делаем вывод, что при увеличении мощности, передаваемой валом, происходит увеличение диаметра вала, и полученный расчет показывает, что установка нового двигателя возможна с применением ранее применяемого валопровода.

5.2 Расчет диаметра болтов соединительной муфты

Расчет производится выполняется по Правилам Речного Регистра РФ (том 3 ПСВП. Часть II «Энергетические установки и системы»).

Диаметр болтов (d_6 , мм) соединительных фланцев должен быть не менее определенного по формуле:

$$d_6 = \sqrt{\frac{d_{\text{пр}}^3}{i \cdot r}} \quad (5.2)$$

Где $d_{\text{пр}}$ – диаметр промежуточного вала, мм;

i – число болтов в соединении;

r – радиус окружности центров диаметров расположения болтов.

Подставим известные данные в формулу (5.2):

$$d_6 = \sqrt{\frac{130^3}{6 \cdot 148,4}} = 49,6 \text{ мм}$$

Толщина соединительных фланцев при расчете должна составлять не менее диаметра болтов, для расчета которых существует формула (5.2).

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						44

6. Расчет систем, обслуживающих судовую энергетическую установку

6.1 Система топливная

Нормальная работа судов обеспечивается целым рядом систем. Работоспособность этих систем находится в ведении судовой энергетической установки. К таким системам относятся: топливная, масляная, водяного охлаждения, сжатого воздуха и газоразгонная. Каждая из перечисленных систем для правильного функционирования и выполнения своего назначения технологически связана с главным двигателем и самим судном.

Безусловно, каждая из этих систем должна соответствовать требованиям, которые предъявляет Речной Регистр РФ к данным параметрам и работе данных систем.

Функциональность системы силовой энергетической установки заключается в следующем:

- Основным назначением системы топливной подачи является прием, подготовка и дальнейшая подача на необходимое оборудование топлива, которое обеспечивает работоспособность судов. Подготовка топлива заключается в том, что поступающее топливо проходит ступени очистки, а в случае тяжелого топлива оно подвергается подогреву.

- Назначение масляной системы заключается в приеме, хранении, очистке и дальнейшей подаче на судовые системы.

- В задачи системы водяного охлаждения входит отвод тепла от гильз цилиндров, крышек цилиндров, смазочного масла, выпускного коллектора в больших дизельных двигателях без наддува и других частей силовой установки, которым необходима потеря тепла при осуществлении своего функционального назначения.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						45

- Система сжатого воздуха выполняет пуск двигателей, обеспечение работы сигнальных звуковых систем, подпитку пневмоцистерн. Также данная система ответственна за работу пневматических систем автоматического управления и регулирования.

- Основной целью установки системы газовойпуска на суда является вывод газов, образующихся при работе двигателей, котлов и камбуза.

Каждая из этих систем технически связана с дизельными двигателями и самим судном. Связь двигателя с системами обеспечения обусловлена строением самого главного двигателя, системы являются составной его частью, выполненные в виде несъемного элемента двигателя. Судовая часть технологически связана с двигателем, и ее состав обеспечивается мощностью, конструктивными особенностями дизельного двигателя, а также его размещением в машинном отделении.

Системы в своем составе обеспечены разными механизмами и устройствами, назначение которых заключается в функциональном обеспечении нормальной работы дизельных устройств за счет передвижения необходимых рабочих тел по системам трубопроводов.

Ряд навесных механизмов систем осуществляют движение путем связи с основным или вспомогательным дизелем. К таким механизмам на судне можно отнести топливный насос, циркуляционный насос, насос для забортной воды, инжекторные насосы и откачивающие масляные насосы.

Прогресс технологического машиностроения, развивая оптимальные параметры работоспособности в последний период времени, осуществляется путем установки вспомогательных механизмов и оборудования непосредственно на основные агрегаты.

Установка технологических узлов, которые включают в себя количество механизмов более одного, и которые связаны одними функциональными параметрами и устанавливаются в единый корпус на одной раме, приводят к тому, что функционально улучшается компоновка механизмов в машинном помещении, а также позволяет уменьшить работы, которые осуществляются при монтаже оборудования, что приводит к увеличению эксплуатационной надежности судовых систем.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						46

Определим, какие требования выставляет Речной Регистр РФ к топливной системе.

Топливо на судах хранится в запасных цистернах, которые в расходные перекачиваются с помощью предусмотренного насоса для перекачки топлива с механическим приводом. В целях замены в случае неисправностей у основного насоса на судах должен быть размещен резервный насос, работа которого обеспечивается в ручном режиме.

Если имеется в наличии резервный топливный сепаратор, то в случае необходимости может быть задействован его насос. Если расход топлива для работы судовых систем составляет от 1 тонны, то к установке допускается ручной насос в количестве одного.

Топливоподкачивающие насосы сепараторов, которые являются дополнительными, должны быть оборудованы механизмами, позволяющие приостановить его работу в доступных местах, размещенных в местах, которые не связаны с размещением этих насосов.

Трубопроводы для перемещения топлива должны быть размещены так, чтобы они не были связаны с другими трубопроводами. В хорошо просматриваемых местах, в которых также обеспечен легкий доступ для обслуживающего персонала, должны размещаться трубопроводы для перемещения топлива с повышенной температурой. Размещение трубопроводов данной системы должны быть по уровню размещаться ниже ДВС, газоотводящих труб, паропроводов (кроме паропроводов, которые служат для подогрева топлива), паровых котлов и их дымоходов.

В ряде случаев, которые скорее являются исключительными, возможно размещать трубопроводы над вышеперечисленным оборудование, но при этом трубопроводы должны быть цельными в этих местах, без возможностей разъединения.

В случаях размещения на суднах цистерн объемом более 50 литров и их размещения вне междудонного пространства, приемные трубопроводы и трубопроводы для выравнивания уровня жидкости в цистернах, в

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						47

обязательном порядке должны иметь запорную систему в виде клапанов, которыми должны быть оборудованы цистерны. Должно быть предусмотрено закрытие этих клапанов дистанционным способом, обуславливающих возможность управления клапанами вне помещения размещения топливных цистерн.

Расходные цистерны конструктивно должны быть обеспечены клапанами быстрозапорного типа. На трубопроводах, осуществляющих прием топлива из цистерн, размещенных в междудонном пространстве, размещаются в обязательном порядке клапаны запорного типа, которые конструктивно располагаются выше этих цистерн.

Для подогрева жидкого топлива должно быть предусмотрено наличие паровых или водяных змеевиков. Никакие другие типы к установке не разрешаются. При этом, если возникает необходимость использования для нагрева электронагревательных устройств, то в таких случаях это служит причиной специального рассмотрения Речного Регистра.

Змеевики конструктивно необходимо располагать в самых низких точках топливных цистерн. Если цистерна глубокая, и змеевик подогрева размещен в высоких точках, то необходимо предусмотреть способ отключения от подогрева сегментов змеевика, когда начинает уменьшаться объем топлива в цистерне, чтобы избежать возможных проблем в системе топливоподачи.

Нельзя допускать оголения змеевиков подогрева, в связи с чем, размещение конечных участков трубопроводов топливоподачи расходных и цистерн хранения топлива должно конструктивно быть размещено так, чтобы выполнялось требования сохранности подогревательных змеевиков. При этом нужно соблюдать требование максимальной температуры подогрева топлива в цистернах. Температура максимальная может достигать уровня, который ниже температуры вспышки топливных паров не менее, чем на 108°C. Данная температура обусловлена видом применяемого топлива, а также требованиями пожарной безопасности. Это является неукоснительным

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						48

правилом, и требует внимательного соблюдения и контроля с применением измерительного оборудования. В качестве такого оборудования могут выступать термометры, которые позволяют отследить температуру подогреваемого топлива и подаваемого на дальнейшее оборудование в технологическом процессе.

Если подогревателем выступает пар, то необходимо следить за чистотой конденсата. Этот контроль осуществляется через смотровое устройство. Максимальное давление пара, которое может достигаться при подогреве топлива, должно быть не более 0,5 МПа.

В процессе хранения и перемещения топлива, в цистернах возможно накопление воды, которую важно удалять. С этой целью необходима установка клапанов самозапорного типа на сточных трубопроводах, которые направляются к сточным цистернам. Такие сточные трубопроводы должны иметь смотровые стекла. Если же установлены поддоны, то возможна замена смотровых стекол воронками открытого типа.

Все оборудование перемещения и хранения топлива должно иметь поддоны и сточные трубопроводы, которые размещаются в тех местах соединений, где может наблюдаться выход топлива из закрытых систем. Трубопроводы стока направляются в цистерны для стока. Внутренний диаметр сточных труб должен быть не менее 15 мм. Также сточные трубы должны быть приведены к дну сточной цистерны обязательно без зазоров или с их минимумом.

В случаях, когда сточная цистерна находится в междудонном пространстве, то должно быть обеспечено технологически отсутствие возможности течи воды в помещения, где размещаются двигатели и иное оборудование, отвечающее за работу судовых систем, через открытые участки сточных труб, в случае разрушения обшивки.

Наличие сигнальной системы должно предупредить персонал о том, что уровень принимаемой жидкости в сточной цистерне достиг максимальных отметок. В случае, когда сточная цистерна обеспечивает

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						49

стоки, собираемые с разных отсеков, то должны быть предусмотрены конструкции, которые обеспечат защиту от переливания между отсеками через открытые концы сточных труб.

Для подачи топлива должен быть использован постоянный трубопровод. Данный трубопровод должен иметь запорную арматуру, посредством которой должно быть обеспечение топливной подачи во все необходимые топливные цистерны хранения. Основное требование к конструкции трубопровода – отсутствие зазоров или они должны быть сведены к минимуму. Длина такого трубопровода должна позволять ему достигать дна приемной цистерны.

Магистральи наполнения топливом цистерн, которые размещены выше уровня двойного дна, а также трубопроводы цистерн междудонного пространства, должны входить в цистерну сверху. При невозможности данного решения, данные магистральи оснащают клапанами, через которые топливо не может поступать обратно.

Если же трубопровод, через который идет наполнение, также совмещается с функцией приема, то необходима установка запорного клапана с возможность управления вне помещения расположения цистерны.

Размещение топливных цистерн вне помещений, таких как открытые палубы, предусматривает необходимость их защиты от воздействий факторов внешней среды, особенно влияния открытого солнца. Цистерны топлива, из которых подразумевается забор на необходимые нужды, размещенные в машинных отделениях, где нет постоянных рабочих мест и возможностей контроля за уровнем топлива в них, должны быть оснащены сигнальными звуковыми и визуальными системами уровня топлива, с возможностью их подачи на рулевую рубку сигнала о достижении топливом критически низкого уровня.

Топливная система должна обеспечивать постоянную подачу топлива, при осуществлении работы судовых систем, без перерыва на очистку топлива. Система должна оснащаться фильтрами очистки, которые должны

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

не препятствовать бесперебойной работе двигателя. Применение тяжелого топлива для работы двигателей должно быть только при установке 2 уровневых топливных систем.

В случае работы главных двигателей на дизельном и тяжелом топливе, недопустимо смешивание дизельного с тяжелым для вспомогательных двигателей.

Подогретое тяжелое топливо обязательно должно проходить на пути к насосам высокого давления через систему деаэрации, которая обеспечивает удаление растворенного в топливе кислорода и других газов. Рекомендация к таким фильтрам: они должны быть автоматизированными.

Наличие расходомеров не должно препятствовать работе двигателя во время их регулировки или поломки. Если возникает необходимость подачи топлива к аварийному дизель-генератору, то оно должно доставляться из топливной цистерны, которая установлена в этом же отделении, и которая обеспечивает подачу топлива только к аварийному оборудованию. Иного назначения у топлива в этой цистерне быть не должно. Магистраль подачи топлива к аварийному дизель-генератору подразумевает раздельное оснащение его фильтрами и клапанами.

Подача топлива к котловым установкам осуществляется также с помощью трубопровода. На нем должен быть установлен быстрозапорный клапан, управление которого осуществляется на местах. Его назначение – подача топлива на форсунки, которыми оборудован каждый котел. Установка автоматического котла не несет необходимости в таких клапанах.

Как и в случаях с другими системами, при подаче к котлу тяжелого топлива, необходим контроль за температурой и давлением в трубопроводе подачи, для чего должны быть на нем установлены манометр и термометр. При подаче топлива под постоянным давлением, необходима также установка фильтров для очистки тяжелого топлива.

Запасы дизельного топлива, которые имеются на судне, определяют его автономность плавания. Данные запасы обуславливаются количеством

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						51

топлива, которое необходимо для работы главного двигателя, количество которого составляет 2 шт., а также количеством топлива, необходимого для нормальной работы вспомогательного дизель-генератора 6Ч12/14.

Объем топливных цистерн, $V_{ц}$, m^3	32,0
Проектная автономность, сут.	6
Удельный расход топлива $g_{кВт}$ ч	204
Полная мощность, кВт	261
Расход топлива дизелем 6Ч12/14, $g_{кВт}$ ч	234

Определим автономность плавания по формуле (6.1):

$$T = \frac{V}{G'} \quad (6.1)$$

Где V – объем топливных цистерн, m^3 ;

G – суммарный расход топлива, $m^3/ч$;

Суммарный объем топлива находим из соотношения:

$$G = 2G_{ГД} + G_{ДГ} \quad (6.2)$$

Где $G_{ГД}$ – расход топлива главным двигателем, $m^3/ч$;

$G_{ДГ}$ – расход топлива дизель-генератором, $m^3/ч$.

Расход дизельного топлива для главного двигателя:

$$G_{ГД} = \frac{g_{ГД} \cdot k_{ГД} \cdot N_{ГД}}{1000 \cdot q} \quad (6.3)$$

Где $g_{ГД}$ – удельный расход топлива главным двигателем, $г/(кВт ч)$;

$k_{ГД} = 0,8$ – коэффициент загрузки по времени главного двигателя;

$N_{ГД}$ – мощность главного двигателя, кВт;

$q = 860 \text{ кг}/m^3$ – плотность дизельного топлива.

Подставляем данные в формулу (6.3):

$$G_{ГД} = \frac{g_{ГД} \cdot k_{ГД} \cdot N_{ГД}}{1000 \cdot q}$$

Подставляем данные в формулу:

$$G_{ГД} = \frac{204 \cdot 0,8 \cdot 261}{1000 \cdot 860} = 0,050$$

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	Подл. и дата

Формула для определения расхода топлива вспомогательного дизель-генератора:

$$G_{\text{ВДГ}} = \frac{g_{\text{ВДГ}} \cdot k_{\text{ВДГ}} \cdot N_{\text{ВДГ}}}{1000 \cdot q} \quad (6.4)$$

$g_{\text{ВДГ}}$ – удельный расход топлива дизель-генератором, г/(кВт ч);

$k_{\text{ВДГ}} = 0,5$ – коэффициент загрузки по времени дизель-генератора;

$N_{\text{ВДГ}}$ – мощность дизеля дизель-генератора, кВт;

$q = 860 \text{ кг/м}^3$ – плотность дизельного топлива.

Подставляем данные в формулу (6.4):

$$G_{\text{ВДГ}} = \frac{234 \cdot 0,5 \cdot 60}{1000 \cdot 860} = 0,0081$$

Тогда по формуле (6.2) определим суммарный часовой расход:

$$G = 2 \cdot 0,050 + 0,0081 = 0,11 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Автономность плавания по формуле (6.1) в таком случае составит:

$$T = \frac{V}{G},$$

$$T = \frac{20}{0,12} = 181 \text{ ч}$$

Переводим часы в сутки. Автономность плавания по топливу будет равна ≈ 8 суток

Таким образом, объем заполнения цистерн судна будет достаточным для функционирования всех судовых установок при проведенной замене.

6.2 Система смазывания

Основное назначение данной системы – прием, хранение и подача масла.

Мощность главного двигателя от 250 кВт должна быть обеспечена наличием не менее двух масляных циркуляционных насосов – основного и

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						53

резервного. Для одного из них может быть предусмотрен привод от двигателя.

Резервный насос должен обеспечивать объем подачи, аналогичный основному. При этом, если на судне количество двигателей установлено от 2 штук, то необходимость в резервном насосе отсутствует.

Проток масла в подшипниках турбонагнетателей должен осуществлять подконтрольно. Для каждого вспомогательного двигателя должна быть предусмотрена отдельная система подачи масла. В случае их объединения, должно быть разрешение Речного Регистра.

Отсутствие клапанов предохранительного типа или пропускного на масляном насосе предусматривает их размещение на напорном трубопроводе.

Масла в системе, при использовании разных сортов, смешиваться не должны.

Концевые участки сливных труб з картера двигателя в сточно-циркуляционную цистерну размещают с условием их погружения в масло постоянно, не должно быть снижения уровня масла ниже этих участков.

Сливные трубы от каждого двигателя должны быть автономны, соединение их между собой не допускается.

Магистрали масляной системы должны быть размещены таким образом, чтобы отсутствовала возможность их соединения с другими трубопроводами. Исключение тут составляет магистраль к сепараторам, которые могут производить сепарирование топлива, но только при наличии конструктивных элементов, которые обеспечат отсутствие смешивания топлива с маслом.

При осуществлении сепарирования масла важно исключить возможность смешивания разных сортов масла в случаях, когда для работы главного и вспомогательного двигателей обеспечивается при применения таких масел.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Трубопроводы масляных циркуляционных систем оснащаются следующими видами фильтров, обеспечивающих подачу качественного масла для бесперебойной работы двигателей всех типов:

- на всасывающем трубопроводе насоса зубчатых передач - магнитный фильтр;
- на всасывающем трубопроводе насоса - один фильтр грубой очистки (сетка);
- на нагнетательном трубопроводе насоса главного двигателя - два параллельных фильтра или один сдвоенный переключаемый фильтр, или один самоочищающийся фильтр.

Общая масляная система двигателя предусматривает установку фильтров тонкой очистки перед подшипниками турбонагнетателей. Такие фильтры должны обеспечивать очистку поступающего в двигатель масла с обеспечением его бесперебойной работы. Обязательно наличие манометров в таком случае. Каждый фильтр должен иметь такую пропускную способность, которая больше максимальной подачи насоса в целом на 10%.

На всем протяжении масляной системы необходима установка контрольно-измерительного оборудования для контроля за параметрами работы системы. Также подача масла должна контролироваться установкой смотрового стекла.

Также, в случаях установки цистерн вне двойного дна, на примерных магистралях масла должны размещаться клапаны запорного типа, размещение которых должно осуществляться на самих цистернах.

Подогрев масла при необходимости должен осуществляться с требованиями, которые предъявляются к системам подогрева с точки зрения пожарной безопасности и обеспечения непрерывной и нормальной работы всей системы маслоподдачи.

Для оценки необходимого запаса масла исходят из расчетных значений его компенсации на угар для главных двигателей, которые были выбраны в качестве замены.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						55

Исходными данными для расчета будут следующие:

Объем цистерны чистого масла, V_M , м ³	1,7
Мощность главного двигателя, $N_{ГД}$, кВт	261
Мощность двигателя ДГ, $N_{ДГ}$, кВт	60
Удельный расход масла главным двигателем на угар, $g_{ГД}$, г/кВт·ч	0,64

Удельный расход масла дизель-генератором на угар, $g_{ДГ}$, 1,63 г/кВт·ч

Плотность масла, q_M , кг/м³ 950,0

Тогда определим автономность плавания по масляным запасам, м³:

$$T_M = \frac{V_M - 0,02}{G_M}, \quad (6.5)$$

Где 0,02 – мертвый запас, м³

G_M – суммарный расход, м³/ч.

Формула для суммарного расхода:

$$G_M = 2 \cdot G_{ГД} + G_{ДГ} \quad (6.6)$$

Где $G_{ГД}$ – расход масла на угар главным двигателем, м³/ч;

$G_{ДГ}$ – расход масла на угар дизель-генератором, м³/ч;

Формула для расхода масла на угар главным двигателем:

$$G_{ГД} = \frac{g_{ГД} \cdot k_{ГД} \cdot N_{ГД}}{1000 \cdot q_M}, \quad (6.7)$$

Где $k_{ГД} = 0,8$ коэффициент загрузки по времени главного двигателя.

Определяем расход масла:

$$G_{ГД} = \frac{g_{ГД} \cdot k_{ГД} \cdot N_{ГД}}{1000 \cdot q_M}$$

$$G_{ГД} = \frac{0,64 \cdot 0,8 \cdot 261}{1000 \cdot 950} = 0,00014$$

Расход масла на угар дизель-генератора определим по следующей формуле:

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

$$G_{дг} = \frac{g_{дг} \cdot k_{дг} \cdot N_{дг}}{1000 \cdot q_{м}}, \quad (6.8)$$

Где $k_{гд} = 1$ коэффициент загрузки по времени.

Определим расход масла для дизель-генератора:

$$G_{дг} = \frac{g_{дг} \cdot k_{дг} \cdot N_{дг}}{1000 \cdot q_{м}},$$

$$G_{дг} = \frac{1,63 \cdot 1 \cdot 60}{1000 \cdot 950} = 0,000102$$

Далее определим суммарный расход:

$$G_{м} = 2 \cdot 0,00014 + 0,000102 = 0,00038$$

Исходя из полученных данных, определим автономность плавания:

$$T_{м} = \frac{1,7 - 0,02}{0,00038} = 4421 \text{ ч} = 184 \text{ сут}$$

Автономность плавания по запасам масла будет составлять 184 суток.

6.3 Система водяного охлаждения

Система водяного охлаждения на любом судне также должна соответствовать требованиям, которые предъявляет Речной Регистр к этим системам.

Система охлаждения двигателя должна иметь 2 контура. Внешний контур должен быть способен обеспечить охлаждение двигателя забортной водой работой насоса внешнего контура. При общей длине судна менее 20 метров, возможна замкнутая система, состоящая из 1 контура.

Возможно охлаждение нескольких двигателей с применением одного насоса, но оснащенным независимым приводом. При этом такой насос должен обладать характеристиками пропускной способности, которая может обеспечить одновременное охлаждение всех двигателей при условии их работы при максимальной нагрузке.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						57

Подача насоса в этом случае должна быть достаточной для одновременного охлаждения всех двигателей при их работе с максимальной нагрузкой.

Регулировка подачи воды возлагается к каждому двигателю осуществляется за счет работы клапана.

Если вспомогательные двигатели оснащены своими насосами водяного охлаждения, то можно не устанавливать резервные.

Резервный насос при 2-контурной системе охлаждения допускается один на 2 контура, если вспомогательные двигатели имеют общую систему охлаждения. Если главные и вспомогательные двигатели объединены общей системой охлаждения, то в таком случае нет важности в установке насосов резерва для вспомогательных двигателей.

Как резервные насосы для охлаждения оборудования могут быть использованы балластные или другие насосы общесудового назначения, используемые для чистой воды.

Система охлаждающей воды должна иметь как минимум 2 приемника, которые объединяются друг с другом. Один приемник может быть, если мощность главного двигателя составляет до 220 кВт. Его размещают в машинном отделении. Но в системе должно быть обязательно наличие фильтров, которые соединены между собой параллельно. Следует отметить, что фильтры должны устанавливаться на приемных трубопроводах заборотной воды для обоих видов двигателей судна. Очищать фильтры должна быть возможность без прекращения подачи воды для охлаждения оборудования.

В случаях возможности работы судна в ледовых условиях, необходимо на борту оборудование для подогрева двигателей перед запуском. Подогревать двигатели разрешается только подогретой водой, которая служит для охлаждения, никаких прогревов паром двигателей допускать нельзя.

Проведем расчет системы охлаждения для 2-контурной системы.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

58

Работа внутреннего контура должна быть направлена на охлаждение двигателей, а внешнего – на прокачивание забортной воды. Вся работа в системе охлаждения осуществляется посредством центробежных насосов.

Поверхность охлаждения охладителя воды определяем по формуле:

$$F_{\text{х.в.}}^{\text{гл}} = \frac{a_{\text{ТВ}} b_e P_e Q_p^H}{3600 K_{\text{ТВ}} \times \Delta t_{\text{вср}}} \quad (6.9)$$

Где $a_{\text{ТВ}}=0,145$ - доля теплоты, отводимая водой внутреннего контура от всего количества теплоты, введённого с топливом;

$b_e = 0,204 \text{ кг}/(\text{кВт ч})$ – удельный эффективный расход топлива;

$P_e = 261 \text{ кВт}$ – эффективная мощность главного двигателя;

$Q_p^H = 42700 \text{ кДж}/\text{т}$, – удельная теплота сгорания топлива;

$K_{\text{ТВ}} = 1,08 \text{ кВт}/(\text{м}^2\text{К})$ – общий коэффициент теплопередачи от воды к воде для пластичных холодильников;

$\Delta t_{\text{вср}}$ – средняя логарифмическая разность температур, °С, которая определяется по следующей формуле:

$$\Delta t_{\text{вср}} = \frac{(t'_B - t'_3) + (t''_B - t''_3)}{2,31 \ln \frac{t'_B - t'_3}{t''_B - t''_3}} \quad (6.10)$$

Где $t'_B = 90^\circ\text{С}$ – температура воды внутреннего контура на выходе из дизеля;

$t'_3 = 30^\circ\text{С}$ – температура забортной вводы перед входом в водо-водяной охладитель воды (на выходе масляного холодильника);

$t''_B = 70^\circ\text{С}$ – температура воды внутреннего контура на выходе из охладителя воды;

$t''_3 = 45^\circ\text{С}$ – температура забортной вводы на выходе из охладителя воды.

Подставляем данные в формулу (6.10):

$$\Delta t_{\text{вср}} = \frac{(90 - 30) + (70 - 45)}{2,3 \ln \frac{90-30}{70-45}} = \frac{85}{2,3 \ln 2,4} = 42,213^\circ\text{С}$$

Так как:

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						59

$$(t'_B - t'_3)/(t''_B - t''_3) = 2,4, \text{ то}$$

$$F_{\text{х.в.}}^{\text{гл}} = \frac{0,145 \cdot 0,204 \cdot 261 \cdot 42700}{3600 \cdot 1,08 \cdot 42,213} = 2,0 \text{ м}^2$$

Отвод теплоты двигателя является важным фактором при расчете подачи насоса, обеспечивающего работу внутреннего контура:

$$Q_{\text{в.в.}}^{\text{гл}} = \frac{K'_B \cdot a_{\text{м.в.}} \cdot b_e \cdot P_e \cdot Q_p^H \cdot 10^{-3}}{c_B \cdot \rho_B \cdot \Delta t_{\text{в.в.}}} \quad (6.11)$$

Где $K'_B = 1,25$ – коэффициент запаса подачи;

$c_B = 4,19 \text{ кДж/(т К)}$ – теплоёмкость пресной воды;

$b_e = 0,194 \text{ кг/(кВт ч)}$ – удельный эффективный расход топлива;

$P_e = 261 \text{ кВт}$ – эффективная мощность главного двигателя;

$Q_p^H = 42700 \text{ кДж/т}$, – удельная теплота сгорания топлива;

$\rho_B = 1 \text{ т/м}^3$ – плотность воды;

$\Delta t_{\text{в.в.}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ - разность температур воды на выходе из дизеля и входе

в него.

Подставляем известные данные в формулу (6.11):

$$Q_{\text{в.в.}}^{\text{гл}} = \frac{1,25 \cdot 0,145 \cdot 0,194 \cdot 261 \cdot 42700 \cdot 10^{-3}}{4,19 \cdot 1 \cdot 20} = 4,7 \approx 5,0 \text{ м}^3$$

Расчет насоса, обеспечивающего работу внешнего контура, определяем исходя из условия обеспечения отвода теплоты от воды внутреннего контура циркуляционной смазочной системы, подшипников валопровода и т.д. по формуле:

$$Q_{\text{в.з.}} = \frac{K'_e \cdot a_{\text{м.в.}} \cdot b_e \cdot P_e \cdot Q_p^H \cdot 10^{-3}}{c_3 \cdot \rho_3 \cdot \Delta t_{\text{в.з.}}} \quad (6.12)$$

Где $K'_e = 1,45$ – коэффициент запаса, учитывающий дополнительный расход забортной воды на охлаждение компрессоров, подшипников валопровода и т.д.;

$c_3 = 3,98 \text{ кДж/(кг К)}$;

$\rho_3 = 1,02 \text{ т/м}^3$;

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						60

$\Delta t_{в.з.} = 20$ °С - разность температур воды на выходе из холодильника и входе в него.

Подставляем данные в формулу (6.12):

$$Q_{вз} = \frac{1,45 \cdot 0,145 \cdot 0,194 \cdot 261 \cdot 42700 \cdot 10^{-3}}{3,98 \cdot 1,02 \cdot 20} = 5,98 \text{ м}^3$$

Мощность, потребляемая насосом:

$$N_{нас} = \frac{K_з Q_{в.з.} P_e}{3600 \eta_{нас}} \quad (6.13)$$

Определяем мощность насоса по формуле (6.13):

$$N_{нас} = \frac{1,35 \cdot 5,98 \cdot 261}{3600 \cdot 0,75} = 0,780 \text{ кВт}$$

6.4 Система сжатого воздуха

Для обеспечения бесперебойной работы всех судовых систем, в том числе для обеспечения запуска главных двигателей, необходим запас сжатого воздуха. Данный запас должен исходить из необходимости не менее 6 пусков двигателя, который обладает максимальной мощностью из всех имеющихся на судне. Если главных двигателей установлено два и более, то важно, чтобы объем сжатого воздуха мог обеспечить не менее 4 пусков каждого из имеющихся главных двигателей.

Обеспечение пуска должно быть предусмотрено наличием минимум одного воздухохранителя, который способен выполнить все вышеперечисленные условия. Если воздухохранитель установлен один, то должен быть обеспечен от него пуск всех вспомогательных двигателей.

Существует ряд требования, которые предъявляются к запасу в воздухохранителей для работы другого оборудования, такого как тифон, а также на осуществление других нужд. Перечислим эти требования.

- Ограждение каждого воздухохранителя друг от друга клапаном невозвратной конструкции. Один должен быть направлен исключительно на пуск главного двигателя.

Ине. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						61

- Заполнение воздухохранителя должно быть в автоматическом режиме. Должна быть установлена сигнальная система, которая предупреждает о том, что произошло снижение давление в параметрах не более, чем на 0,6 МПа ниже рабочего.

- Воздухохранители главных двигателей могут быть источником пополнения воздухохранителей вспомогательных двигателей, но при этом оборудование, позволяющее это сделать, должно быть сконструировано аткимобразом, чтобы не допустить передачу воздуха назад, в воздухохранители главных двигателей.

Установка воздухохранителей должна включать систему, обеспечивающую влагоудаление.

Количество основных компрессоров, как правило, должно быть не менее двух, один из которых может быть навесным. При этом в случае выхода из строя компрессора наибольшей подачи подача остальных компрессоров должна быть достаточной для заполнения воздухохранителей главных двигателей в течение 1 ч, начиная от давления, при котором возможен последний пуск и маневр.

Заполнение воздухохранителей должно осуществляться по магистралям, которые не должны использоваться для пуска. При этом для воздухохранителей для пуска должно быть предусмотрено их заполнение от основных компрессоров, после которых предусматривается возвратно-запорная система.

Магистраль подачи воздуха для пуска оснащается невозвратным клапаном. При этом, если двигатель сконструирован таким образом, что обеспечен установками, которые позволяют предотвратить в случае взрыва его распространение, то такая система не является обязательной.

Размещение магистралей должно быть горизонтальным. Допускается небольшой уклон, который должен обеспечить при необходимости спуск воды. Уклон в сторону пускового клапана двигателя строго запрещается.

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						62

Температура газов, заполняющих систему, не должна быть выше 90°С. Если температура превышает указанные лимиты, необходима система охлаждения. В связи с этим, их прокладка под машинным отделением не допускается.

Магистралы на пути от воздухохранителя до компрессора должны обеспечиваться устройствами, удаляющими масло и воду из системы. Но при наличии таких устройств на самих компрессорах, оснащение магистралей не является обязательным требованием.

6.5 Газовыпускная система

Выход газовыпускных трубопроводов должен быть обеспечен на открытые поверхности. Чаще всего в их роли выступают судовые палубы.

При общей длине судна до 20 метров, возможен вывод таких трубопроводов через отверстие в обшивке кормы судна. При превышении длины судна в 20 метров, такие варианты рассматриваются исключительно в Речном регистре. Вывод таких труб непосредственно в атмосферу через обшивку строго запрещено.

Газовыпускной системой должен быть оснащен каждый главный двигатель. При каких-либо изменения в этом правиле, необходимо разрешение, данное Речным Регистром.

Для вспомогательных двигателей существует правило, согласно которому трубы могут быть объединяться общей системой, но необходима установка предохранительных клапанов, которые препятствуют поступлению газа в неработающие двигатели, а также неисправностям при пуске двигателей.

Объединение дымоходов всех установленных котлов возможно при установке заслонок, оборудованных устройством для крепления их в открытом состоянии. Важным является наличие лазов, через которые сотрудники могут осуществлять очистку и необходимый осмотр дымоходов.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						63

Котлы, которые используются как утилизационные или комбинированные, при работе которых необходима вода при обогреве их выхлопными газами, необходимо оборудовать обводными трубопроводами, на которых устанавливаются перепускные заслонки, позволяющие оградить котлы от выпускного трубопровода.

Все магистрали данной системы конструктивно выполняют с применением изолирующих материалов. При работе двигателей с «мокрым» выхлопом изоляция может отсутствовать, если поверхность магистралей достигает температуры до 60 °С.

Двигательные трубы выпуска газа в обязательном порядке оснащаются тепловыми компенсаторами. При конструктивной возможности на трубопроводах устанавливаются лючки, служащие для очистки, а также спускные краны.

В случаях, когда магистрали выпуска газа проходят через помещения, где работают или отдыхают люди, необходима их изоляция газонепроницаемыми материалами, но не плотно, а с возможностью сообщения с открытым пространством.

Размещение глушителей и искрогасителей должно быть с возможностью их очистки посредством лючков и спускных кранов. Спускные трубы оснащаются гидравлическими затворами.

По проекту в данной работе, система газовыпуска включает трубы на главные двигатели, на вспомогательный двигатель, автономный котел. В систему также входят компенсаторы, изоляция, глушители и искрогасители.

Определим площадь сечения газовыпускных трубопроводов двигателей и котлов:

$$F_{\text{мд}} = \frac{b_e \cdot P_e (\alpha_2 \cdot L_0 + 1) RT}{3600 \cdot V_m \cdot P_m} \quad (6.14)$$

Где α – коэффициент избытка воздуха;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						64

$L_0 = 14,3 \text{ кг/кг}$ – теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива;

$R = 0,287 \text{ кДж/(кг К)}$ – газовая постоянная продуктов сгорания;

$T = 500$ – температура выпускных газов, К;

$V_m = 35$ – допустимая скорость движения газов в трубопроводе, м/с;

$P_m = 0,035 \cdot 10^2 \text{ кПа}$ – допустимое давление в трубопроводе.

Площадь сечения газовыпускных трубопроводов для дизелей определяется по следующей формуле:

$$F_{\text{мд}} = \frac{0,194 \cdot 261(1,95 \cdot 14,3 + 1)0,287 \cdot 500}{3600 \cdot 35 \cdot 3,5} = 0,48 \quad (6.15)$$

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	Име. № подл.	Лист	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	65

7. Технология установки главного двигателя на фундамент

7.1 Описание и расчет процесса

Установка нового двигателя, выбранного в рамках работы, предусматривает необходимость его установки на фундамент от предыдущих двигателей, которые подвергаются демонтажу.

При монтаже новых двигателей нужно оставить в целостности качество укладки коленчатого вала двигателя, которое было достигнуто при сборке на стенде завода-изготовителя. Далее необходимо осуществить центровку полумуфт промежуточного вала.

Первый этап – это подготовительные процедуры осуществляемые с помощью сварочного аппарата ВС-301 и шлифовальной машины ИП2203.

Дополнительно применяются следующие инструменты: напильник плоский, щетка металлическая, молоток, круг шлифовальный, чертилка, электрод З-46.

Далее судовой фундамент, где планируется установка главного двигателя, расчерчивается.

Все подготовительные процедуры необходимо проводить под полным контролем фундамента под дизель-редукторный агрегат. Координаты расположения заданы на монтажных относительно основных базовых плоскостей судна, а также от оси валопровода и на переборках машинного отделения.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

66

Сварочный аппарат применяется для сварки специальных платиков с плоскостью фундамента. Они выполняют опорную функцию для двигателя.

Процесс монтажа главного двигателя является длительным. Перед началом его проведения нужно выполнить также ряд подготовительных работ.

Риски на фундаменте должны быть накернены и обведены белой краской.

Риски на фундаменте выносят на торец фундамента; также накернены и обведены белой краской.

К полкам фундамента нет требования размещаться в одной плоскости, но при этом каждая планка должна быть с обеспеченной плоскостностью.

Крен и дифферент фундамента не допускаются более ± 2 мм, которые являются допустимыми.

Фундамент необходимо покрасить, а также защитить щитами.

Подготовительные мероприятия заканчиваются тем, что должны быть завершены сварочные работы, бортовые и днищевые цистерны испытаны и сданы ОТК и заказчику, кабель затянут и закреплен, участки трубопроводов должны быть уложены как необходимо.

На следующем этапе осуществляются слесарные работы.

Для этого шаблон ставится на раме фундамента, далее идет ее закрепление.

Следующий этап – просверливание 12 сквозных отверстий диаметром 8мм с помощью сверлильного станка МБА-35-1700.

Сверло регламентируется ГОСТ 2097-77.

Ниже представлены характеристические данные для станка.

Наибольшая мощность, кВт..... 1700

Масса, кг..... 13

Высота, мм..... 320

Длина, мм..... 450

Далее осуществляем рассверливание уже готовых отверстий до

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						67

диаметра в 16 мм. Оборудование – тот же станок.

Качество проведенной работы оцениваем с применением нутромера по ГОСТ 9244-75.

Проведем расчет сверления.

Для этого осуществим выбор подачи по формуле:

$$S=C \cdot D^{0,6}, \quad (7.1)$$

Где $C=0,063$ – коэффициент;

D – диаметр сверла.

Подставляем данные в формулу (7.1):

$$S=0,063 \cdot 24^{0,6}=0,42 \text{ мм/об}$$

Определяем фактическую скорость резания. При этом за частоту вращения принимаем $n=650 \text{ мин}^{-1}$:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (7.2)$$

Подставляем данные для расчета в формулу (7.2):

$$V = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 650}{1000} = 48,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Определяем крутящий момент при сверлении, дальнейшем рассверливании.

- при сверлении:

$$M_{кр} = C_3 \cdot D^z \cdot S^y \cdot HB^y, \quad (7.3)$$

- при рассверливании:

$$M_{кр} = C_4 \cdot D^z \cdot t^x \cdot S^y \cdot HB^n, \quad (7.4)$$

Где $z=0,4, x=0, y=0,5, n=0, C_3=0,8, C_4=1,65$.

Определяем крутящий момент при сверлении:

$$M_{кр} = 0,8 \cdot 24^{0,4} \cdot 0,42^{0,5} \cdot 291^{0,5} = 31,5 \text{ кг/мм}$$

Далее определим силу подачи при сверлении и рассверливании.

- при сверлении:

$$P_x = C_1 \cdot D^z \cdot S^y \cdot HB^n, \quad (7.5)$$

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

- прирасверливании:

$$P_x = C_2 \cdot t^x \cdot S_y \cdot HB^n, \quad (7.6)$$

Где $C_1=1,35, C_2=0,56$.

Подставляем известные данные в формулы (7.5) и (7.6):

$$P_x = 1,35 \cdot 24^{0,4} \cdot 0,42^{0,5} \cdot 291^0 = 3,1 \text{ кг}$$

$$P_x = 0,56 \cdot 24^{0,4} \cdot 0,42^{0,5} \cdot 291^0 = 1,3 \text{ кг}$$

Далее осуществляем монтаж.

Закрепление двигателя на фундаментную раму осуществляем путем применения проходных болтов с зазором в отверстиях 0,5 мм и призонными, с натягом 15мкм.

Основным назначением призонных болтов является создание более устойчивого положения для двигателя, если на него воздействуют нагрузки сдвига в плоскости крепления.

Сначала производим установку на деревянные бруски. Далее с помощью гаечного ключа делаем установку на отжимные болты М24х2.

Окончательное закрепление двигателя на фундамент осуществляем с помощью крепления фундаментными болтами. Гайки затягивать необходимо равномерно, действовать надо с одинаковым усилием. Проведем расчет затяжки болтов.

$$M_{зат} = k \cdot G_T \cdot d_{вн}^3, \quad (7.6)$$

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

$G_T = 28 \text{ кг/мм}$ – предел текучести материала болта (находим для Ст35);

$d_{вн} = 24 \text{ мм}$ - внутренний диаметр резьбы болта.

Подставляем данные:

$$M_{зат} = 0,15 \cdot 28 \cdot 24^3 = 58060,8 \frac{\text{кг}}{\text{мм}}$$

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						69

Следующий этап – центровка установленного двигателя.

Центруем вал ДРА с гребным валом по излом и смещениям. Используем стрелы монтажные и ключ.

После окончания монтажа, необходимо оценить его качество по следующим параметрам: прямолинейность оси коленчатого вала, зазоры в подшипниках, смещение с установленным валопроводом.

Также необходимо оценить, насколько удалось при монтаже сохранить качество стендовой сборки, при этом используются изготовителем базы, способ крепления и метод контроля, допустимые отклонения, исходные данные, которые лежат в основе контроля.

Также основными моментами, которые должны быть проверены при оценки качества сборки, являются следующие:

- призонные болты соединения должны быть выполнены по допускам напряжения посадки с маркировкой болтов по месту их установки;
- головки болтов и гаек должны плотно прилегать;
- для крепежных болтов должно быть выполнено застопорение от самопроизвольного раскручивания.

Проверку правильной установки положения двигателя и промежуточного вала можно определить по разности меток а-а и в-в(рис. 7.1).

Все работы подготовки, монтажа должны выполняться квалифицированным и опытным персоналом с применением исправного оборудования и инструментов.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						70

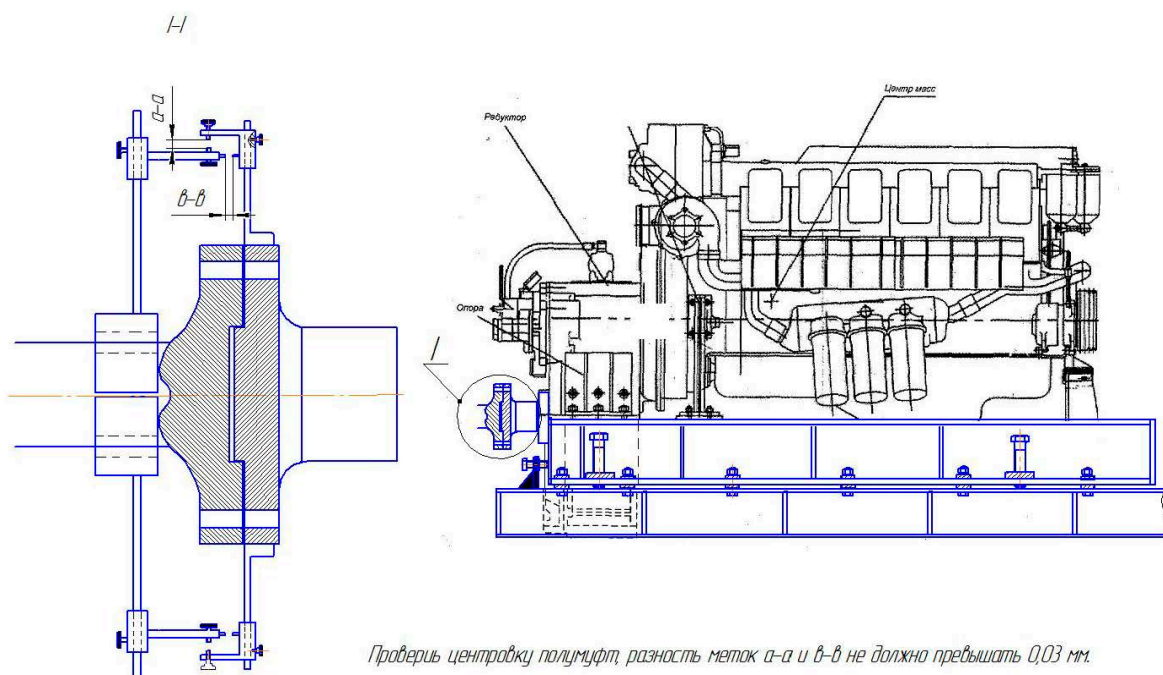


Рисунок 7.1 – Проверка правильности установки положения главного двигателя

8. Охрана труда и пожарная безопасность

8.1 Общие положения

Охрана труда представляет собой систему мероприятий, направленную на сохранение здоровья и жизни работников. Мероприятия включают нормативную базу в стране, а также технические, экономические, организационные и лечебно-профилактические меры по охране труда. Охрана труда признана основополагающей на уровне государства.

Отсутствие навыков безопасного поведения при выполнении работ по обеспечению судовых устройств может быть причиной нетрудоспособности выполняющего сотрудника, а в крайних случаях может привести к гибели работающего или всего экипажа судна.

В связи с влиянием факторов производственной среды, для каждого, работающего на судах, должно быть обозначено правильное выполнение работ по должностной инструкции, в соответствии со всеми требованиями охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Проведенная модернизация и устанавливаемое оборудование не являются источником дополнительного вредного влияния, при соблюдении правил охраны труда при производстве работ не должно возникнуть опасных ситуаций, а также при дальнейшей эксплуатации нового оборудования.

Работа двигателя сопровождается шумовым воздействием на обслуживающий персонал. Новый двигатель в рамках данной работы требует, согласно нормативной документации, замер уровня шума, а также вентиляции в связи с высокой температурой при выполнении циклов работ двигателя.

Для работы на речных судах существуют специфические особенности, которые присущи исключительно данному виду транспорта, и отличает от других видов. В связи с этим, работа на речных транспортных системах имеет свои требования в вопросах охраны труда.

Перемещение судов по рекам осуществляется с помощью судовых двигателей. Они являются источником повышенной опасности, в связи с чем необходимо соблюдение требований безопасности при проведении эксплуатационных и обслуживающих работ.

Надежная работа всех судовых систем обеспечивает безопасное плавание, как самого судна, так и членов его экипажа. Эксплуатация должна быть связана со строгим выполнением всех требования по технике безопасности и инструкций, в которых отражаются правила эксплуатации оборудования.

Трудовой кодекс, а также другие документы, в том числе отраслевые по охране труда, предъявляют специальные требования и к составу экипажа судна. Обслуживать судовую энергетическую установку может персонал возрастной категории от 18 лет, не имеющий проблем со здоровьем. Которые могут препятствовать при осуществлении обслуживания судовой установки. Персонал, занятый обслуживанием судовых систем, должен иметь соответствующее образование, квалификацию, обучение, в том числе по

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						72

охране труда, применению средств защиты на рабочем месте, а также прошедший стажировку в течение необходимого количества смен.

Механик судна несет ответственность за нормальное функционирование и обслуживание энергетической судовой установки. Работы, которые являются сложными и ответственными, в процессе ее обслуживания, выполняются под его руководством.

Обслуживание силовой установки судна осуществляется путем несения вахты исключительно в спецодежде, которая должна быть целой и полностью застегнутой. Это правило можно объяснить тем, что при выполнении работ должен быть исключен риск попадания частей одежды в установку.

При обслуживании установки требования предъявляются и к обуви персонала. Она должна быть выполнена из материала, который не впитывает нефтепродукты. Также не должно быть никаких набоек из металла.

Нести вахту могут быть допущены только здоровые сотрудники, без признаков заболевания или плохого самочувствия. Работа в нетрезвом виде строго запрещена.

Сотрудники, занятые на обслуживании двигателей, должны получить допуск у вахтенного начальника на осуществление работ. Без разрешения посещение машинного отделения строго запрещается.

Все судовые механизмы, а также системы должны соответствовать «Правилам классификации и постройки судов внутреннего плавания».

8.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Любое производство может осуществлять воздействие на работающих через вредные и опасные производственные факторы.

Под вредным фактором мы понимаем фактор производственной среды, который влияет на человека и может вызвать заболевание членов экипажа. В свою очередь, опасный фактор – это фактор производственной среды,

Име. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						73

влияние которого на сотрудника может привести к гибели занятого на выполнении работ.

На судах, как и в любом производстве, могут влиять на работника вредные и опасные производственные факторы, представленные в таблице 8.1. Рассмотрим данные факторы, которые воздействуют на работников в машинном отделении, где установлена главная силовая энергетическая установка.

Таблица 8.1 – Опасные и вредные производственные факторы на судне проекта Р-33Б

Рабочее место	Факторы	Величина	Мероприятия по снижению
Машинное отделение	Движущиеся машины и механизмы при работе двигателей и дизель-генераторов	-	Ограждение опасных участков, предупреждающие знаки, сигнализация, автоматическое срабатывание
Машинное отделение	Повышенная температура окружающей среды, пониженная влажность воздуха, повышенная скорость воздуха	Для категории работ Пб: Холодный период: температура 15-22 °С, влажность воздуха – 15-75%, скорость воздуха – 0,2-0,4 м/с Теплый период года: температура 16-27 °С, влажность воздуха	Вентиляция, сочетание режима труда и отдыха, установка устройств кондиционирования

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

74

		– 15-75%, скорость воздуха – 0,2-0,5 м/с	
Машинное отделение	Повышенная температура поверхностей оборудования	Холодный период года: 14-23 °С Теплый период: 15-28 °С	Сочетание режима труда и отдыха, теплоизоляционная спец одежда, защита рук в виде рукавиц при выполнении работ с такими поверхностями, теплоизоляция оборудования
Машинное отделение	Освещение	200 лк	Очистка своевременная ламп, замена, дополнительное освещение при недостижении нормативов
Машинное отделение	Электрический ток	Для переменного тока частотой 50 Гц ПДУ – 2В; для тока – 0,3 мА. Для постоянного тока ПДУ не более 8В и ток не более 1мА	Выполнение всех требований электробезопасности, СИЗ для защиты от электрического тока
Машинное отделение	Шум	85 дБа	К планировочным средствам относят размещение наиболее шумных технических средств в специально выделенных для этого помещениях и выгородках с ограниченным доступом в них персонала, рациональное расположение помещений по

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

75

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

			отношению к основным источникам шума, например устройство демпферных помещений (коффердамов) и др. К организационным средствам причислены установка перед наиболее шумными помещениями (80 дБА и более) предупредительных надписей и знаков, разработка рациональных режимов труда, учитывающих, дозу шума для персонала, применение малошумного оборудования, дистанционного управления, совершенствование технологии работы, а также рациональный режим труда и отдыха
Машинное отделение	Вибрация общая	Корректированное по частоте среднеквадратичное значение виброускорения от 1 до 80 Гц – 56 Дб	Применением специальных амортизаторов и глушителей, рациональное сочетание режимов труда и отдыха
Машинное отделение	Пары дизельного топлива	300 мг/м ³	При выполнении работ должна быть включена приточно-вытяжная вентиляция, использовать средства защиты

			органов дыхания
Машинное отделение	Тяжесть труда (физическая динамическая нагрузка, поднимаемая тяжесть)	-	Сочетание режима труда и отдыха
Машинное отделение	Напряженность труда (сенсорные нагрузки, монотонность труда)	-	Сочетание режима труда и отдыха

8.3 Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении

Размещение модернизируемой силовой установки на судах проекта Р-33Б осуществляется в отдельном помещении в машинном отделении. Речной Регистр РФ предъявляет специальные требования к ширине проходов, а также размещению двигателя относительно других механизмов и стен в помещении.

Ширина проходов между главным двигателем и вспомогательными механизмами должна быть не менее 0,6 м. Расстояние между главными двигателями – не менее 1,0 м. при этом расстояние от вспомогательных механизмов до переборок – не менее 0,5 м.

Машинное отделение должно быть оснащено 2 выходами, расположенными с противоположных сторон. Ширина трапов должна быть 600 мм, отклонение от вертикали должно достигаться углом в 35°.

Размещение трапов должно осуществляться в свету шахт с размерами 600х600. Оборудование, которое также связано технологически с трубопроводами, и которые составляют единую систему, относящуюся

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						77

технологически к одной установке, должны размещаться вблизи друг от друга.

В целях защиты обслуживающего персонала, все механизмы, которые находятся в движении, а также приводы, должны быть оснащены ограждениями в виде поручней и защитных кожухов.

Если технологический процесс работы какого-либо оборудования предусматривает его нагрев, и температура может достигать 60 °С и более, то такое оборудование должно быть покрыто теплоизоляционным материалом, и экранировано.

С целью оптимального обслуживания, а также безопасной работы сотрудников, имеющиеся приборы контроля и измерения (КИП), а также управление двигателями, должны быть выведены на центральный пост управления.

Все баллоны со сжатым воздухом должны иметь нужную арматуру и КИП для контроля за их состоянием и своевременным техническим обслуживанием.

Работа главного двигателя производит вибрацию на судне. С целью ее снижения и уменьшения отрицательного воздействия на персонал, предусмотрена установка амортизаторов и глушителей в качестве общих средств защиты от вредного фактора производственной среды.

Установка нового главного двигателя и вспомогательных механизмов, а также их последующая работа не должно превышать норм по шуму, которые должны соответствовать санитарным нормам для речных судов внутреннего и смешанного плавания согласно СП 2.5.3650-20.

При превышении данных параметров необходимо для защиты работающих в отделении применение средств индивидуальной защиты (беруши, противощумные наушники).

Вибрация от установки гасится специальными амортизаторами и глушителями.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						78

Поддержание параметров микроклимата, а также удаление вредных примесей в воздухе рабочей зоны осуществляется за счет установки вентиляции (приточно-вытяжная), а также за счет естественных процессов вытяжки.

8.4 Расчеты вентиляции машинно-котельного помещения

На судах применение нашла искусственная вентиляция (приточно-вытяжная), работа которой осуществляется с помощью вентилятора - принудительно. Выброс воздуха осуществляется через вентиляционные шахты или грибовидные головки. Преимущества такой вентиляции состоит в обеспечении требуемого воздухообмена, в возможности применять при необходимости фильтры и пр.

Имеет место быть и естественная вентиляция (проветривание), но она не может гарантировать вывод необходимого объема тепла.

На начальном этапе расчета вентиляции необходимо определить количество тепловыделений в машинном отделении:

$$Q_{\text{гл.дв.}} = \frac{5,8 \cdot a \cdot m}{\beta + 1} \cdot (t_n^{\text{ср}} - t_i^{\text{р}}) \cdot N_{\text{гл.дв.}} \quad (8.1)$$

Где $a = 1,2$ – коэффициент, учитывающий частоту вращения двигателя;
 m – коэффициент, учитывающий количество изменений удельных тепловыделений у двигателя с наддувом, который определяется по следующей формуле:

$$m = \frac{10}{P_{\text{н}}}, \quad (8.2)$$

Где $P_{\text{н}} = 16 \text{ Н/см}$ – абсолютное давление наддува;

Определим данный параметр:

$$m = \frac{10}{16} = 0,625$$

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						79

t_n^{cp} – средняя температура нагретой поверхностей, принимается в зависимости от температуры охлаждающей воды $t_{охл.в.}$ для двигателей с наддувом. Данная температура может быть определена по формуле:

$$t_n^{cp} = t_{охл.в.} - 8^\circ \quad (8.3)$$

Подставляем данные в формулу (8.3):

$$t_n^{cp} = 72^\circ - 8^\circ = 64^\circ \text{C}$$

$t_n^p = 22^\circ \text{C}$, расчётная наружная температура воздуха;

β – безразмерный комплекс, характеризующий влияние величины воздухообмена на количество тепловыделений. Формула для его определения:

$$\beta = \frac{\Delta t}{t_i^{н\delta} - (t_i^\delta + \Delta t)} \quad (8.4)$$

Где $\Delta t = 10^\circ \text{C}$ – температурный перепад в машинном отделении и снаружи.

Найдем данный показатель:

$$\beta = \frac{10}{64 - (22 + 10)} = 0,31.$$

Мощность всей силовой установки из 2 двигателей:

$$N_{всп.дв.} = 261 \cdot 2 = 522 \text{ кВт}$$

Тепловыделения главных двигателей определим по формуле (8.1):

$$Q_{гл.дв.} = \frac{5,8 \cdot 1,2 \cdot 0,625}{0,31 + 1} \cdot (64 - 22) \cdot 522 = 72801 \text{ кДж/ч}$$

Переведем кДж/ч в кВт.

Тогда, при переводе получи следующие значения:

$$Q_{гл.дв.} = 20,2 \text{ кВт}$$

Тепловыделения дизель – генератора представляют собой суммарно тепловыделения дизеля и генератора.

Определим тепловыделения вспомогательного двигателя по формуле:

$$Q_{всп.дв.} = \frac{5,8 \cdot a \cdot m}{\beta + 1} \cdot (t_n^{cp} - t_i^p) \cdot N_{всп.дв.} \quad (8.5)$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						80

Где $t_n^p = t_{\text{охл.в.}} - 10^\circ = 72^\circ - 10^\circ = 62^\circ\text{C}$

Коэффициент β :

$$\beta = \frac{10}{62 - (22 + 10)} = 0,33$$

$$N_{\text{всп.дв.}} = 60 \cdot 2 = 120 \text{ кВт}$$

Определим тепловыделения от дизеля:

$$Q_{\text{всп.дв.}} = \frac{5,8 \cdot 1,1 \cdot 1}{0,33 + 1} \cdot (64 - 22) \cdot 120 = 23025 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}} = 6,4 \text{ кВт}$$

Тепловыделения генератора определяется формулой:

$$Q_{\text{ген.}} = D_{\text{ген.}} \cdot N_{\text{ген.}} \cdot \psi \quad (8.6)$$

Где $D_{\text{ген.}} = 290 \text{ кДж/ч}$ – удельное тепловыделение генератора;

$$N_{\text{ген.}} = 60 \cdot 2 = 120 \text{ кВт};$$

$\psi = 0,6$ – средняя эксплуатационная нагрузка.

Тепловыделение генератора определяем по формуле (8.6):

$$Q_{\text{ген.}} = 290 \cdot 120 \cdot 0,6 = 20880 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}} = 5,8 \text{ кВт}$$

Тогда суммарные избыточные тепловыделения составляют:

$$\Sigma Q_{\text{изб}} = Q_{\text{гл.дв.}} + Q_{\text{всп.дв.}} + Q_{\text{ген.}} \quad (8.7)$$

Тогда подставляем данные в формулу (8.7):

$$\Sigma Q_{\text{изб}} = 72801 + 23025 + 20880 = 116706 \text{ кДж/ч} = 32,4 \text{ кВт}$$

Необходимый воздухообмен с учетом рассчитанных тепловыделений рассчитываем по формуле:

$$L = \frac{\Sigma Q_{\text{изб}}}{C_p \cdot q \cdot (\Delta t - \Delta t_i)} \quad (8.8)$$

Где $C_p = 1 \text{ кДж/кг}$ – массовая удельная теплоемкость воздуха;

$q = 1,38 \text{ кг/м}^3$ – плотность приточного воздуха;

$\Delta t = 10^\circ\text{C}$ - перепад температур внутреннего и наружного воздуха, который должен быть обеспечен вентиляцией;

$\Delta t_i = 1^\circ\text{C}$ – нагрев воздуха в вентиляторах и трубопроводах.

Подл. и дата
Име. № дубл.
Взам. име. №
Подл. и дата
Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						81

Подставляем полученные данные в формулу (8.8):

$$L = \frac{1116706}{1 \cdot 1,38 \cdot (10-1)} = 9397 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Рассчитанное количество воздуха подается принудительно с помощью вентилятора. Для обеспечения требуемого воздухообмена в машинном отделении приняты два вентилятора 2ЦС -6 с подачей – 4200 м³ /ч мощностью – 1,5кВт.

8.5 Противопожарные меры

С целью исключения возможности пожара на судах, всеми членами экипажа должна неукоснительно выполняться все меры пожарной безопасности. Обязательным требованием является оснащение звуковой сигнализации на случай возникновения возгорания или пожара. Сигнализация представляет собой длительный сигнал в течении 30 секунд, а также голосовое оповещение о пожаре.

На судне должно быть разработано и утверждено расписание тревог, которое представляет собой последовательность действия каждого члена экипажа. При обнаружении пожара и его сигнализации каждый член экипажа выполняет последовательность действий по расписанию.

Действия по тушению пожара также содержатся в оперативном плане тушения пожара, который регламентирует действия членов экипажа по тревоге.

- Тренировки и учения являются эффективным средством подготовки персонала к возможным возгораниям. Данные мероприятия содержат не только практические аспекты обучения, ни практические по тушению возможных пожаров на судне с применением всего оборудования, которое имеет судно для борьбы с пожаром и навыки владения которыми должны быть у экипажа. На судах, в машинном отделении, установлены углекислотные огнетушители, ящики с песком, ведра, лопаты.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. ине. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						82

Профилактические и противопожарные мероприятия, проведенные с судовым экипажем, должны быть отражены в судовом вахтенном журнале.

Теплоход, постройка которого производилась по проекту Р-33Б, выполнен с учетом всех требований пожарной безопасности, которые предъявляет Российский Речной Регистр.

Оповещение о пожаре осуществляется за счет установленной автоматической сигнализации. На судне данного проекта нашла применения электрическая пожарная сигнализация с извещателями автоматического действия МДПИ-028. Общее количество установленного оборудования – 8 штук. Необходимо поддерживать работоспособное состояние системы, для чего периодически в плановом порядке осуществляется ее осмотр и испытания – раз в месяц работа проверяется для всех блоков и извещателей. Ежегодно – осмотр узлов и приборов.

С целью тушения пожара в рейсе судно обеспечивают противопожарной защитой водяного принципа действия. Функционирование данной системы осуществляется работой двух центробежных насосов ЗК-6а. Запуск данной системы возможно производить как из машинного отделения, так и из рулевой рубки.

Два параллельно работающего насоса способны обеспечить функционирование 2-х пожарных стволов диаметром 50 мм. Оснащение брандсбойтов - перекрывающимися головками диаметром 13 мм. Такая конструкция позволяет достичь высоты струи воды более 10 метров над надстройкой.

Пожарные судна установлены в 6 местах, к ним подведены рукава с быстросъемными соединительными гайками «Богданова». Пожарные рожки ДУ-51 расположены так, что обеспечивают возможность одновременной подачи воды на судне из двух струй в любое место при длине рукава L = 20 м.

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						83

Машинное отделение и надстройка защищается стационарной системой пожаротушения. Для образования высокократной пены применяется пеногенератор ПС-5.

На главной палубе, в помещениях надстройки установлены пенные рожки для присоединения переносных генераторов пены ГВП - 600. Имеющийся трубопровод противопожарной водяной системы обеспечивает подачу воды в систему пенотушения.

Пенообразующая жидкость – 6% раствор пенообразователя ПО-1. общим объемом – 150 литров. Данный раствор хранится в цистерне, которая размещается в помещении надстройки главной палубы.

8.6 Электробезопасность

Обеспечение безопасности на судах осуществляется за счет применения на судах электрооборудования соответствующего исполнения, изоляция, электрическое разделение цепи, ограждающие конструкции, блокирующие устройства, изолирующие электрозащитные средства, защитное заземление, зануление, защитное отключение и ряд других.

Существует ряд требований к персоналу, которые может участвовать в обслуживании электроустановок на судах. Такими требованиями являются: возраст персонала (не моложе 18 лет), состояние здоровья, не имеющее противопоказаний к осуществлению такой работы, наличие группы безопасности для выполнения работ, связанных с электрическим оборудованием, которыми пройдена стажировка в течении определенного количества смен под руководством работника, имеющего опыт на таких работах, а также к работе допускаются сотрудники только после проверки знаний выполнения безопасных работ для данной квалификационной группы.

Главным требованиям к выполнению работ, которые осуществляются с целью ремонта и технического обслуживания электрооборудования на судах,

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						84

является снятие напряжения. Работы при включенном напряжении могут быть разрешены, при строгом выполнении всех требования электробезопасности для этих работ, а также сотрудник, их осуществляющий, должен иметь необходимую квалификационную категорию по электробезопасности, обуславливающую разрешение на характер выполняемых работ.

Сотрудники из персонала судна, которые могут обслуживать электроустановку единолично и самостоятельно, должны иметь группу по электробезопасности не ниже IV - в установках напряжением выше 1000 В и III - в установках напряжением до 1000 В.

Обслуживание электроустановок, работа которых совершается под напряжением свыше 36 В, должно сопровождаться обязательным использованием средств индивидуальной защиты. К ним можно отнести: электроинструмент с изолированными ручками, диэлектрических перчаток, ковриков, галош и т.п.

В целях недопущения несчастных случаев, электрооборудование должно находится под постоянным контролем за надежностью, целостностью и работой защитного заземления, заземления электрооборудования. В случае наличия неисправностей, необходимо сразу же их исправлять. На судах строго запрещается отключать принудительно или осуществлять заклинивание устройств, которые служат для защиты.

Эксплуатируя электрооборудование, сотрудники должны осуществлять контроль за сопротивлением изоляции (в случаях, когда имеются щитовые приборы, периодичность – 1 раз за вахту), состоянием взрывобезопасности светильников и переносных аккумуляторных фонарей, соединением с корпусом судна насосов и трубопроводов, предназначенных для выравнивания статических зарядов, а также непрерывность соединений этих элементов между собой, степень нагрева двигателей грузовых насосов и переборочных сальников.

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

85

Таблица 9.1- Расчёт стоимости нового оборудования и трудоёмкости

Наименование оборудования	Кол-во единиц	Вес, кг		Стоимость, руб.		Норма выработ ки, кг/ч	Трудо-ёмкость, норма-ч
		За единицу	Общи й	За единицу	Общая		
Новое оборудование							
Главный двигатель ТМЗ 8481.10-07	2	5000	10000	1900000	3800000	8	1500
Итого					3800000		
Заменяемое оборудование							
Главный Двигатель 6NVD26A-3	2	5300	10600	250000	5000000	8	2000
Итого					5000000		

$K_{\text{оборуд}} = 3800000$ руб. - стоимость нового оборудования;

Затраты на модернизацию судна M определяем исходя из выражения:

$$M = K_M - K_{\text{ост}}, \quad (9.2)$$

Где M – затраты на модернизацию судна,руб.;

K_M – стоимость модернизируемых мероприятий,руб.;

$K_{\text{ост}}$ – остаточная стоимость снимаемого главного двигателя, руб.

Подставляем данные в формулу:

$$M = 6971679 - 2800000 = 4171679 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ост}} = 2800000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{п}} = K_{\text{дом}} + M = 20000000 + 4171679 = 24171679 \text{ руб.}$$

9.2. Расчёт отдельных статей затрат

При расчете отдельных статей и затрат будет опираться на следующие данные.

1. Стоимость нового оборудования – 3800000руб.
2. Транспортно-заготовительные расходы составляют 12% от стоимости оборудования или материалов $3800000 \cdot 0,12 = 456000$ руб.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						88

3. Основная заработная плата производственных рабочих определяется по формуле:

$$ЗП_0 = ТСК_д K_{рк} \quad (9.3)$$

Где Т - общая трудоёмкость модернизационных мероприятий, нормо-ч;

$K_д$ - коэффициент, учитывающий прочие доплаты, включаемые в основную заработную плату, $K_д=1,11$;

$K_{рк}$ - коэффициент, учитывающий доплаты по районным коэффициентам, $K_{рк}=1,0$.

Определим размер заработной платы по формуле (9.2):

$$ЗП_0 = 1500 \cdot 300 \cdot 1,11 \cdot 1,0 = 495000 \text{руб.}$$

4. Дополнительная заработная плата производственных рабочих определяется по формуле:

$$ЗП_{доп} = ЗП_0 \cdot \frac{K_{доп}}{100} \quad (9.4)$$

Где $K_{доп}$ - норматив дополнительной заработной платы производственных рабочих, принимаем равным 9%.

Определим данный показатель:

$$ЗП_{доп} = 495000 \cdot \frac{9}{100} = 44550 \text{руб.}$$

5. Для расчета отчислений на социальный страховой взнос, будем иметь в виду, что они составляют 30% от общей суммы заработной платы сотрудников:

$$С_{оц} = (495000 + 44550) \cdot 0,3 = 161865 \text{руб.}$$

6. Расходы, которые идут на подготовку и освоение производства, составляют 5% от суммы заработной платы рабочих:

$$(495000 + 44550) \cdot 0,05 = 26978 \text{руб.}$$

7. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования составляют 60%, которая берется от суммы основной заработной платы сотрудников:

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						89

$$(495000+44550) \cdot 0,6 = 323730 \text{руб.}$$

8. Общецеховые расходы составляют 25% от суммы заработной платы сотрудников:

$$(495000+44550) \cdot 0,25 = 134887 \text{руб.}$$

9. Общезаводские расходы составляют 40% от суммы заработной платы рабочих.

$$(495000+44550) \cdot 0,4 = 215820 \text{руб.}$$

10. Прочие производственные расходы составляют 2%, которую рассчитываем уже от суммы предыдущих статей:

$$5658830 \cdot 0,02 = 679060 \text{руб.}$$

11. Сложение всех итоговых расчетов по представленным выше статьям составляет полную производственную себестоимость модернизационных работ. В итоге сложения всех рассчитанных показателей, полная производственная стоимость составила 6337890руб.

12. Расчет прибыли принимаем в размере 10% от производственной себестоимости:

$$6337890 \cdot 0,1 = 633789 \text{руб.}$$

13. Общая стоимость мероприятий по модернизации судна в рамках данного проекта составила 6971679руб.

Представим сводную калькуляцию стоимости модернизационных мероприятий в форме таблицы 9.2.

Таблица 9.2 – Сводная калькуляция стоимости модернизационных мероприятий

	Наименование статей	Сумма, руб.
1.	Стоимость нового оборудования	3800000
2.	Транспортно-заготовительные работы	456000
3.	Итого материальных затрат	4256000
4.	Основная заработная плата производственных рабочих	495000
5.	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	44550
6.	Отчисления на социальные страховые взносы	161865

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

7.	Расходы на подготовку и освоение производства	26978
8.	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	323730
9.	Общехозяйственные расходы	134887
10.	Общезаводские расходы	215820
11.	Итого по статьям 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	5658830
12.	Прочие производственные расходы	679060
13.	Итого производственная себестоимость Σ (ст.11+ст. 12)	6337890
14.	Прибыль	6337890
15.	Всего стоимость модернизационных мероприятий	6971679

9.3 Расчет производственных показателей

Провозную способность рассчитываем по выражению:

$$A_{nc} = G \varepsilon L n_{кр} \quad (9.5)$$

$$(9.6)$$

Где $\varepsilon = 1$ – коэффициент использования грузоподъемности;

$G = 4000$ т - регистрационная грузоподъемность;

$L = 1300$ км – протяжённость линии.

$$A = 1 \cdot 4000 \cdot 1300 \cdot 18 = 93600000 \text{ ткм}$$

Время кругового рейса определяем по формуле:

$$t_{кр} = t_x + t_{cm} + t_m \quad (9.7)$$

Подставляем данные в формулу (9.5):

$$t_{кр1} = 5 + 3,5 + 1 = 9,5 \text{ сут.}$$

Всего за навигацию судном выполняется следующее количество рейсов:

$$n_{кр} = \frac{t_3}{t_{кр}} \quad (9.8)$$

$$n_{кр} = \frac{170}{9,5} = 18 \quad (9.9)$$

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

9.4 Расчёт эксплуатационных расходов

Данный расчет включает следующие нижеперечисленные статьи затрат:

1. Основная и дополнительная заработная плата экипажа судна.
2. Отчисления на социальные страховые взносы.
3. Рацион бесплатного питания.
4. Топливо.
5. Смазочные и другие материалы.
6. Амортизация.
7. Износ малоценного и быстроизнашивающегося инвентаря.
8. Текущий, средний, капитальный ремонт.
9. Платежи за комплексное и хозяйственное обслуживание судов и услуг сторонних организаций.
10. Прочие прямые расходы.

Расчёт отдельных статей затрат ведётся параллельно по двум вариантам с индексом «I» и «II», соответственно до и после модернизации.

Порядок расчета по отдельным статьям

1. Заработная плата экипажа судна, которая составляет заработную плату за навигационный период, период вооружения и разоружения по формуле:

$$\mathcal{E}_{от} = k_p M \left\langle \frac{t_э}{30,5} \cdot (1 + k_{дэ}) + \frac{t_{вр}}{30,5} + \frac{(1 + k_{дзо}) n_{зо} t_{зо}}{30,5n} \right\rangle \quad (9.10)$$

Где М - месячный фонд заработной платы судовой команды по должностным окладам;

$t_э$ – период эксплуатации судна, сут.;

$t_{вр}$ – продолжительность периода технического вооружения и разоружения;

k_p – районный коэффициент регулирования оплаты труда;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						92

30,5 – среднее число дней в месяце;

$k_{дэ}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату, премии и надбавки к должностным окладам в период их эксплуатации; $k_{дэ} = 0,4$;

n – количество членов экипажа самоходного судна, чел.;

$n_{зо}$ – штатный измеритель по зимнему отстою, чел.;

$k_{дзо}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и дополнительную заработную плату в период зимнего отстоя: $k_{дзо} = 0,1$;

$t_{зо}$ – продолжительность зимнего отстоя судна, сут., которая определяется по формуле:

$$t_{зо} = 365 - (t_{э} + t_{вр}) \quad (9.11)$$

Подставим данные для расчета:

$$t_{зо} = 365 - (170 + 9) = 186 \text{ сут.}$$

Месячный фонд зарплаты по должностным окладам и ее расчет представлен в таблице 9.3.

Таблица 9.3- Месячный фонд зарплаты по должностным окладам

	Должность	Кол-во человек	Должностной оклад, руб.	Сумма должностных окладов, руб.
1.	Капитан-сменный механик	1	65000	65000
2.	Механик-Сменный капитан	1	60000	60000
3.	СПКС-1 пом. механика	1	55000	55000
4.	2ой штурман-2ой пом. механика	1	50500	50500
5.	Моторист-рулевой	2	34000	68000
6.	Повар	1	35000	35000
	Итого:	7		333500

Подставляем данные в формулу (9.11):

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{от} &= 1,5 \cdot 333500 \left(\frac{170}{30,5} \cdot (1 + 0,4) + \frac{9}{30,5} + \frac{(1 + 0,1)3,5 \cdot 186}{30,5 \cdot 7} \right) = \\ &= 4092045 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Подл. и дата
Ине. № дубл.
Взам. инв. №
Подл. и дата
Ине. № подл.

2. Отчисления на социальный страховые взносы определяем по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{сн}} = \frac{\varphi \cdot \mathcal{E}_{\text{от}}}{100} \quad (9.12)$$

Где φ – размер социального налога в соответствии с законодательством, составляет 30%.

Подставим данные в формулу (9.12):

$$\mathcal{E}_{\text{сн}} = \frac{30 \cdot 4092045}{100} = 1227613 \text{ руб.}$$

3. Расходы на бесплатное питание членов экипажа рассчитаем по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{бп}} = a_{\text{бп}} \cdot n \cdot t_{\text{э}}, \quad (9.13)$$

Где $a_{\text{бп}}$ – норма расходов на бесплатное питание 1 члена экипажа судна, которое составляет $a_{\text{бп}} = 400$ руб./чел.-сут.;

Тогда расчет на весь экипаж:

$$\mathcal{E}_{\text{бп}} = 400 \cdot 7 \cdot 170 = 476000 \text{ руб.}$$

4. Расходы на топливо и смазочные материалы. Расходы на топливо составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{T}} = \text{Ц}_{\text{T}} 24 \cdot 10^{-6} N (b_{\text{T}}^{\text{X}} t_i^{\text{X}} + b_{\text{T}}^{\text{M}} t_i^{\text{M}} + b_{\text{T}}^{\text{CT}} t_i^{\text{CT}}) k_{\text{э}} \quad (9.14)$$

Где Ц_{T} - отпускная цена топлива;

N – мощность судовой силовой установки;

b_{T}^{X} – норма расхода топлива главными двигателями в ходу;

b_{T}^{M} – норма расхода топлива главными двигателями на маневрах;

b_{T}^{CT} – норма расхода топлива главными двигателями на стоянке;

t_i^{X} – время хода;

t_i^{M} – время маневров;

t_i^{CT} – время стоянок;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						94

k_3 – коэффициент, который связан с затратами топлива, которые идут на ввод и вывод их эксплуатации судна, $k_3 = 1,02$.

$$I. \mathcal{E}_T = 55000 \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot 544(222 \cdot 119 + 152 \cdot 7 + 22 \cdot 42) \cdot 1,02 = 20427334 \text{ руб.}$$

$$II. \mathcal{E}_T = 55000 \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot 522(200 \cdot 105 + 100 \cdot 7 + 12 \cdot 56) \cdot 1,02 = 15723506 \text{ руб.}$$

Расходы на смазочные и другие материалы определим по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{см}} = \text{Ц}_{\text{см}} \cdot 10^{-6} N (b_{\text{см}}^X t_i^X + b_{\text{см}}^M t_i^M + b_{\text{см}}^{\text{СТ}} t_i^{\text{СТ}}) k_3 \quad (9.15)$$

Где $\text{Ц}_{\text{см}}$ – отпускная цена смазки;

N – мощность судовой энергетической установки;

$b_{\text{см}}^X$ – норма расхода смазки главными двигателями в ходу,

$b_{\text{см}}^M$ – норма расхода смазки главными двигателями на маневрах,

$b_{\text{см}}^{\text{СТ}}$ – норма расхода топлива главными двигателями на стоянке;

t_i^X – время хода;

t_i^M – время маневров;

$t_i^{\text{СТ}}$ – время стоянок;

k_3 – коэффициент, учитывающий затраты топлива, связанные с вводом в эксплуатацию и выводом из эксплуатации, $k_3 = 1,05$.

$$I. \mathcal{E}_T = 70000 \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot 544(222 \cdot 119 + 152 \cdot 7 + 22 \cdot 42) \cdot 1,02 = 23075452 \text{ руб.}$$

$$II. \mathcal{E}_T = 70000 \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot 522(200 \cdot 105 + 100 \cdot 7 + 12 \cdot 56) \cdot 1,02 = 20011736 \text{ руб. руб}$$

5. Амортизационные отчисления \mathcal{E}_A определяем по выражению:

$$\mathcal{E}_A = \frac{a_{\text{ам}} \cdot K_c}{100} \quad (9.16)$$

Где $a_{\text{ам}}$ – норматив амортизационных отчислений, 2,5%;

K_c – балансовая стоимость судна.

$$I. \mathcal{E}_A = \frac{2,5 \cdot 20000000}{100} = 500000 \text{ руб.}$$

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

$$\text{II. } \mathcal{E}_A = \frac{2,5 \cdot 24171679}{100} = 604291 \text{ руб.}$$

6. В затраты на ремонт судна входят расходы на ремонты в зимний период, в период навигации, средний и капитальный:

$$\mathcal{E}_p = \frac{(a_{зр} + a_{нр} + a_{кр}) \cdot K_c}{100} \quad (9.14)$$

Где $a_{зр}$ – значение норматива расходов на текущий зимний ремонт судна, 1,2%;

$a_{нр}$ – значение норматива расходов на текущий навигационный ремонт судна, 0,2%;

$a_{кр}$ – значение норматива расходов на капитальный и средний ремонт судна, 2,5% .

$$\text{I. } \mathcal{E}_p = \frac{(a_{зр} + a_{нр} + a_{кр}) \cdot K_c}{100} = \frac{(1,2 + 0,2 + 2,5) \cdot 20000000}{100} = 780000 \text{ руб.}$$

$$\text{II. } \mathcal{E}_p = \frac{(a_{зр} + a_{нр} + a_{кр}) \cdot K_c}{100} = \frac{(1,2 + 0,2 + 2,5) \cdot 24171679}{100} = 942695 \text{ руб.}$$

7. Расчет платежей за обслуживание судов, которые осуществляются подрядными организациями:

$$\mathcal{E}_{кхо} = \frac{1}{100} \cdot \sum_{1-7} \mathcal{E} \quad (9.15)$$

$$\text{I. } \mathcal{E}_{кхо} = \frac{1}{100} \cdot (4092045 + 1227613 + 476000 + 20427334 + 23075452 + 500000 + 780000) = 505784 \text{ руб.}$$

$$\text{II. } \mathcal{E}_{кхо} = \frac{1}{100} \cdot (4092045 + 1227613 + 476000 + 15772798 + 20011736 + 604291 + 942695) = 431272 \text{ руб.}$$

8. Прочие прямые расходы по судну $\mathcal{E}_{проч}$ принимаем от суммы предыдущих расходов:

$$\mathcal{E}_{проч} = \frac{1,5}{100} \cdot \sum_{1-8} \mathcal{E} \quad (9.16)$$

$$\text{I. } \mathcal{E}_{проч} = \frac{1,5}{100} \cdot (4092045 + 1227613 + 476000 +$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

$$20427334 + 23075452 + 500000 + 780000 + 50784) = 766263 \text{ руб.}$$

$$\text{II. } \mathcal{E}_{\text{проч}} = \frac{1,5}{100} \cdot (4092045 + 1227613 + 476000 + 15772798 + 20011736 + 604291 + 942695 + 431272) = 653377 \text{ руб.}$$

Все полученные расчеты приведем в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Эксплуатационные расходы по содержанию судна

№ п/п	Статьи расходов	Расходы, руб.		Изменения, %
		Базовый вариант	Модернизируемый вариант	
1.	Заработная плата	4092045	4092045	-
2.	Отчисления на социальные взносы	1227613	1227613	-
3.	Рацион бесплатного питания	476000	476000	-
4.	Расходы на топливо и смазочные материалы	43502786	35735242	82
5.	Амортизация	500000	604291	121
6.	Ремонт судна	780000	942695	121
8.	Платежи за комплексное и хозяйственное обслуживание судна и услуг сторонних организаций	505784	431272	85
9.	Прочие прямые расходы по судну	766263	653377	85
10.	Всего расходов по судну ($\mathcal{E}_{\text{пр}}$)	51850491	44162535	85

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_{\text{пр}} + \mathcal{E}_{\text{р}}, \quad (9.17)$$

$$\mathcal{E}_{\text{р}} = 15\% \mathcal{E}_{\text{пр}} \quad (9.18)$$

$$\text{I. } \mathcal{E}_{\text{р}} = 7777574 \text{ руб.}$$

$$\text{II. } \mathcal{E}_{\text{р}} = 6624380 \text{ руб.}$$

$$\text{I. } \mathcal{E}_{\text{общ}} = 51850491 + 7777574 = 59628065 \text{ руб.}$$

$$\text{II. } \mathcal{E}_{\text{общ}} = 44162535 + 6624380 = 50786915 \text{ руб.}$$

9.5 Расчет экономической оценки показателей по судну

Оценка экономической эффективности осуществляется путем сравнения варианта до и после модернизации.

1. Себестоимость содержания судна в сутки эксплуатации:

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						97

$$C = \frac{\mathcal{E}_{\text{пр}}}{t_3} \quad (9.19)$$

Где $\mathcal{E}_{\text{пр}}$ – прямые эксплуатационные расходы по содержанию судна.

$$\text{I. } C = \frac{51850491}{170} = 34414 \text{ руб/судосут}$$

$$\text{II. } C = \frac{44162535}{170} = 259779 \text{ руб/судосут}$$

2. Себестоимость перевозок грузов определяем по формуле:

$$S = \frac{\mathcal{E}_{\text{общ}}}{A}, \quad (9.20)$$

Где $\mathcal{E}_{\text{общ}}$ – эксплуатационные расходы по судну;

A – провозная способность судна.

$$\text{I. } S = \frac{59628065}{93600000} = 0,64 \text{ руб/ткм}$$

$$\text{II. } S = \frac{50786915}{93600000} = 0,54 \text{ руб/ткм}$$

3. Затраты на перевозки:

$$z = \frac{\mathcal{E}_{\text{общ}}}{D}, \quad (9.21)$$

Где D – доходы от перевозок, руб.;

$$D = d \cdot A \quad (9.22)$$

где d – средняя доходная ставка соответственно на перевозках, руб.

$$d = 1,35 \cdot S_1 \quad (9.23)$$

Подставляем данные в формулу:

$$d = 1,35 \cdot 0,63 = 0,8 \text{ руб/ткм}$$

Далее воспользуемся формулой (9.22):

$$D = 0,8 \cdot 93600000 = 74880000 \text{ руб/ткм}$$

$$\text{I. } z = \frac{59628065}{74880000} = 0,80 \text{ руб/руб}$$

$$\text{II. } z = \frac{50786915}{74880000} = 0,68 \text{ руб/руб}$$

4. Производительность труда экипажа судна характеризуется объемом выполненной работы, приходящимся на одного работника за эксплуатационный период, определяем в стоимостном выражении:

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						98

$$П_{тр} = \frac{Д}{n} \quad (9.24)$$

Определяем:

$$П_{тр} = \frac{74880000}{7} = 10697142 \text{ руб/чел}$$

5. Фондоотдача на рубль балансовой стоимости судна:

$$П_{отд} = \frac{Д}{К} \quad (9.25)$$

Где К – стоимость судна ,руб

$$I. f_{отд} = \frac{74880000}{20000000} = 3,7 \text{ руб/руб}$$

$$II. f_{отд} = \frac{74880000}{24171679} = 3,1 \text{ руб/руб}$$

6. Фондоёмкость:

$$f_{емк} = \frac{К}{Д} \quad (9.26)$$

$$I. f_{емк} = \frac{20000000}{74880000} = 0,26 \text{ руб/руб}$$

$$II. f_{емк} = \frac{24171679}{74880000} = 0,32 \text{ руб/руб}$$

Удельные капитальные вложения р/пасс-км.:

$$K_{уд} = \frac{К}{А}, \quad (9.27)$$

$$I. K_{уд} = \frac{20000000}{93600000} = 0,213 \text{ р./ткм}$$

$$II. K_{уд} = \frac{26553677}{93600000} = 0,283 \text{ р./ткм.}$$

7. Удельные приведенные затраты:

$$З_{уд} = S + E_n \cdot K_{уд} \quad (9.28)$$

Где E_n – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, принимаемый в расчётах по экономической эффективности судов, $E_n = 0,25$.

$$I. З_{уд} = 0,64 + 0,25 \cdot 0,213 = 0,69 \text{ р./ткм.}$$

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

$$\text{II. } Z_{\text{уд}} = 0,54 + 0,25 \cdot 0,283 = 0,61 \text{ р/ткм.}$$

8. Прибыль от перевозок определяем по формуле:

$$P_{\text{п}} = D - Z_{\text{общ}} \quad (9.30)$$

$$\text{I. } P_{\text{п}} = 74880000 - 59628065 = 15251935 \text{ руб.}$$

$$\text{II. } P_{\text{п}} = 74880000 - 50786915 = 24093085 \text{ руб.}$$

9. Уровень рентабельности текущих затрат:

$$Y_{\text{р}} = \frac{P_{\text{п}} \cdot 100}{Z_{\text{общ}}} \quad (9.31)$$

$$\text{I. } Y_{\text{р}} = \frac{15251935 \cdot 100}{59628065} = 25,6\%$$

$$\text{II. } Y_{\text{р}} = \frac{24093085 \cdot 100}{50786915} = 47,4\%$$

10. Уровень рентабельности основных фондов:

$$Y_{\text{рф}} = \frac{P_{\text{п}} \cdot 100}{K} \quad (9.32)$$

$$\text{I. } Y_{\text{рф}} = \frac{15251935 \cdot 100}{20000000} = 76\%$$

$$\text{II. } Y_{\text{рф}} = \frac{24093085 \cdot 100}{24171679} = 99\%$$

11. Чистая прибыль - это прибыль, остающаяся в распоряжении предприятий и определяющаяся по выражению:

$$P_{\text{ч}} = P_{\text{п}} - N_{\text{и}} - N_{\text{п}} - N_{\text{м}} \quad (9.33)$$

Где $N_{\text{и}}$ - налог на имущество;

$N_{\text{п}}$ - налог на прибыль;

$N_{\text{м}}$ - местные налоги.

$$N_{\text{и}} = \frac{1,8 \cdot K}{100} \quad (9.34)$$

$$\text{I. } N_{\text{и}} = \frac{1,8 \cdot 20000000}{100} = 360000 \text{ руб.}$$

$$\text{II. } N_{\text{и}} = \frac{1,8 \cdot 24171679}{100} = 435090 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{п}} = 0,2 \cdot (P_{\text{п}} - N_{\text{и}}) \quad (9.35)$$

$$\text{I. } N_{\text{п}} = 0,20 \cdot (15251935 - 360000) = 2978387 \text{ руб.}$$

Подп. и дата
Име. № дубл.
Взам. име. №
Подп. и дата
Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						100

$$\text{II. } H_{\text{п}} = 0,20 \cdot (24093085 - 435090) = 4731599 \text{руб}$$

Определим местные налоги:

$$H_{\text{м}} = 0,03 \cdot (P_{\text{п}} - H_{\text{и}} - H_{\text{п}}) \quad (9.36)$$

$$\text{I. } H_{\text{м}} = 0,03 \cdot (15251935 - 360000 - 2978387) = 357406 \text{руб}$$

$$\text{II. } H_{\text{м}} = 0,03 \cdot (24093085 - 435090 - 4731599) = 567792 \text{руб}$$

Чистая прибыль:

$$\text{I. } P_{\text{ч}} = 15251935 - 360000 - 2978387 - 357406 = 11556142 \text{руб}$$

$$\text{II. } P_{\text{ч}} = 24093085 - 435090 - 4731599 - 567792 = 18358604 \text{руб}$$

12.Срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{м}}}{\Delta P_{\text{ч}}} \leq T_{\text{пи}} \quad (9.37)$$

Где $\Delta P_{\text{ч}}$ - прирост чистой прибыли после проведения модернизации;

$T_{\text{пи}}$ - срок полезного пользования, принимается по согласованию с консультантом.

$$T_{\text{ок}} = \frac{6971679}{18358604 - 11556142} = 1 \text{ год}$$

13. Определим экономический эффект, который представляет собой разницу в чистой прибыли до и после проекта.

$$\Delta_3 = 4731599 - 2978387 = 1753212 \text{руб.}$$

Полученные результаты сведем в таблицу 9.5 технико-экономических показателей.

Ине. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подл. и дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ				Лист
									101
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Таблица 9.5 – Техничко-экономические показатели транспортного судна

	Показатели	Величина		Изменения, %
		Базовое судно I вариант	Модернизируемое судно II вариант	
1.	Пассажировместимость, чел.	7	7	-
2.	Мощность, кВт	544	522	96
3.	Скорость движения, км/ч	20	20	-
4.	Провозная способность, ткм	93600000	93600000	-
5.	Балансовая стоимость, руб.	20000000	26553677	133
6.	Эксплуатационные расходы, руб.	59628065	50786915	85
6.a	В том числе на топливо и смазочные материалы, руб.	43502786	35735242	82
7.	Себестоимость перевозок, руб/ткм	0,64	0,54	84
8.	Производительность труда, р/чел.	10697142	10697142	-
9.	Удельные капитальные вложения р/ткм.	0,213	0,283	133
10.	Фондоотдача на 1 руб. капиталовложений, ткм./руб	3,7	3,1	84
11.	Приведённые затраты, руб/ткм.	0,69	0,61	88
12.	Прибыль от перевозок грузов, руб.	15251935	24093085	158
13.	Рентабельность основных фондов, %	25,6	47,4	185
14.	Рентабельность текущих затрат, %	76	99	130
15.	Срок окупаемости, лет	1,0		

Результаты выполненного экономического расчёта, в рамках предложенных мероприятий по модернизации – замены главных двигателей 6NVD26A-3 на двигатели ТМЗ 8481.10-07 судна проекта Р-33Б показали, что успешная их реализация позволит снизить общий показатель эксплуатационных расходов на 8841150 руб., что соответствует экономии

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

102

затрат или приросту прибыли на 58%, при достаточно небольшом сроке окупаемости в 1 год.

Таким образом, предложенные мероприятия по модернизации судна проекта Р-33Б можно считать экономически целесообразным и обоснованными.

Ине. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата			

ПФВ-04.238.120.01.ПЗ

Лист

103

Заключение

На основании вышеизложенного, с учетом всех расчетов и собранных материалов, были сделаны следующие выводы о модернизации теплохода проекта Р-33Б.

Замена устаревшего двигателя привела на более новый, современный, технически выгодный вариант главного двигателя позволила повысить технико-экономические характеристики судна.

В процессе проведения расчетов были подобраны оптимальные размеры винта, что обеспечило более рациональное применение мощности судовой силовой установки.

Согласно теме дипломного проекта, были осуществлены следующие расчеты:

- Выбран двигатель ТМЗ 8481.10-07 с обоснованием выбранной модели и его характеристик. Данный двигатель обладает тем, что у него более оптимальные технические характеристики. Расход топлива у нового двигателя меньше, также меньше количество расходуется масла, что приводит к повышению КПД судна.

- Были рассмотрены требования к судовым системам. Далее проведен расчет, который позволил выяснить необходимые запасы топлива после модернизации, с новым двигателем, количество масла, для того, чтобы судно могло функционировать в полном объеме.

- Изучены вопросы охраны труда, которые имеют свои специфические особенности для речного флота, а также вопросы охраны труда при эксплуатации силовой энергетической установки судна.

Результатами расчетов были доказаны преимущества модернизации, которые заключаются в том, что:

- произошло снижение годовых расходов на эксплуатацию;
- рассчитанный годовой экономический эффект составил 1753212 руб.;
- увеличилась прибыль от перевозок;

Ине. № подл.	Подл. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подл. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						104

- снизились расходы на горюче-смазочные материалы.

Результатом работы стало заключение о преимуществе выбора нового двигателя, как более экономичном и технически надежном, что благоприятно сказалось на эксплуатации судна проекта Р-33Б. В результате расчетов было определено, что стоимость нового оборудования составила 3800000 руб.

Экономический расчет замены главных двигателей 6NVD26A-3 на двигатели ТМЗ 8481.10-07 судна проекта Р-33Б показали, что успешная их реализация позволит снизить общий показатель эксплуатационных расходов на 8841150 руб., что соответствует экономии затрат или приросту прибыли на 58%, при достаточно небольшом сроке окупаемости в 1 год.

Таким образом, предложенные мероприятия по модернизации судна проекта Р-33Б можно считать экономически целесообразным и обоснованными.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ				Лист
									105
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

13. Суворов С.С. Расчет стоимости постройки судов. - Горький: ГИИВТ, 1978.-21 с.

14. Грицай Л.Л. Справочник судового механика: в 2 т. М.: Транспорт, 1973.- 693с.

15. Лебедев Ю.А. Экономика водного транспорта. - Горький: ГИИВТ, 1981. – 72с.

16. Осипов О.В., Воробьев Б.Н. Судовые дизельные двигатели: учебное пособие. Издательство "Лань", 2019. – 356 с.

17. Кеслер А.А. Расчет и анализ показателей пропульсивного комплекса судна. ФГБОУ ВО ВГУВТ, 2019.- 81с.

18. Матвеев, Ю.И. Основы технической эксплуатации дизелей речного флота: учебно-методическое пособие для студентов: Ч.2 / Ю. И. Матвеев, Ю. В. Варечкин, М. Ю. Храмов. - Н. Новгород: ВГУВТ, 2019. - 48 с.

19. Храмов М.Ю. Судовые энергетические установки. Нижний Новгород: ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2018. - 76с.

20. Арнольд А.В., Михайловский Г.А. Техническая термодинамика и теплопередача.-М.:Высшая школа,1979.-438с.

21. Судовые энергетические установки: конспект лекций для студентов очн. и заочн. обучения / В.И. Беспалов, В.В. Кольванов – Н. Новгород изд. – ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012 – 108с.

22. Проектирование и модернизация судовых энергетических установок : учебное пособие / В.Н. Литошенко. – Севастополь: СевНТУ, 2012. – 172с.

23. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания (Российский Речной Регистр Судоходства), ч2.-СП.:2008.-619с.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

					ПФВ-04.238.120.01.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			107

Приложение А. Технологический процесс замены главного двигателя
ТМЗ 8481.10-07.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ					Лист 108

Дубл.													
взам.													
подл.													

ВГУВТ Пермский филиал

Технологический процесс
МОНТАЖА ДРРА46

Проверил:

Проф. д.т.н. Матвеев Ю.И.



15.11.2022 г.

Разработал:

Студент Федотов В.П.

г. Пермь 2022 г.

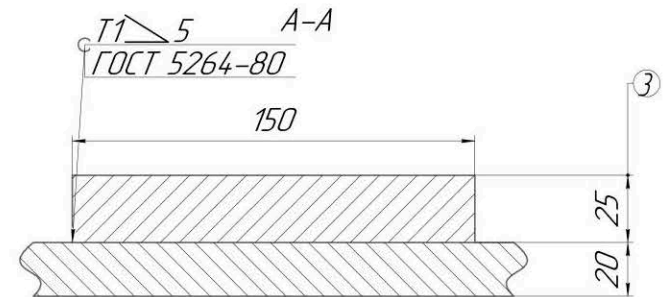
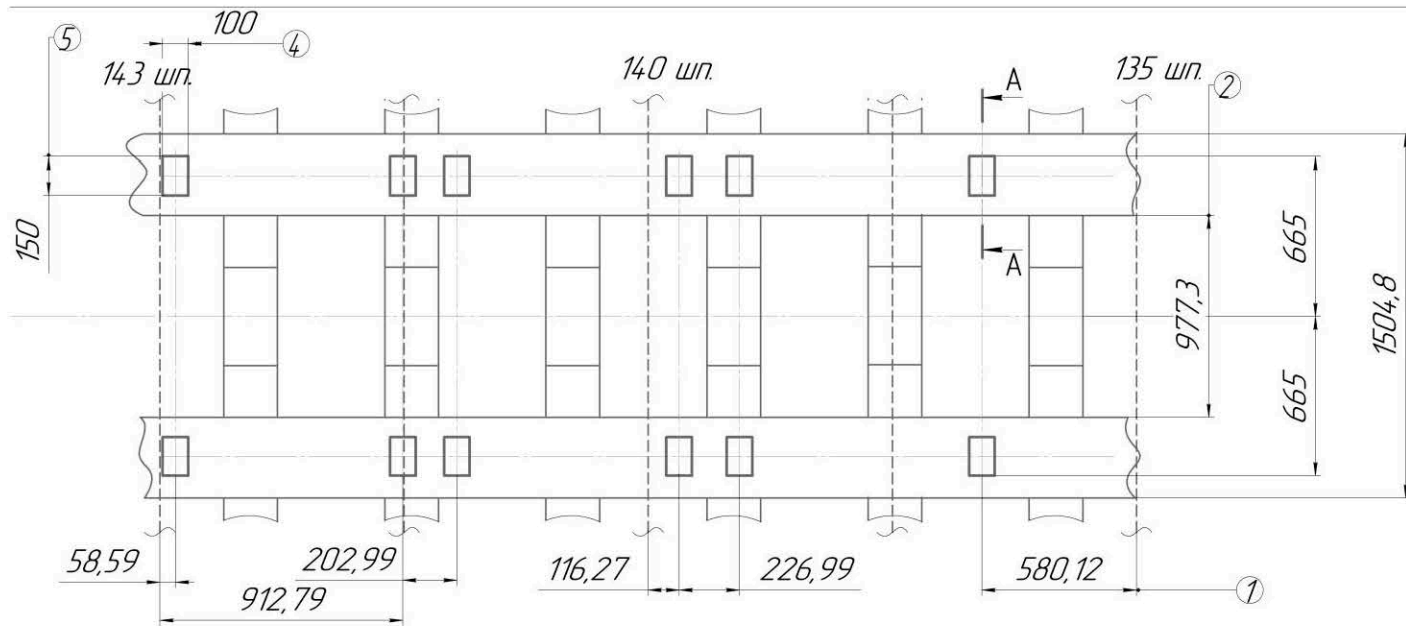
разработал			Федотов В.П.						ВГУВТ						
проверил			Матвеев Ю. И.												
утвердил															
НОМЕР				Наименование и содержание операции				Оборудование (код, наименование, инвентарный №)		Приспособления и инструмент (код, наименование)		Режущий инструмент (код, наименование)		Измерительный инструмент (код, наименование)	
Цеха	участка	операции													
		000		Подготовительная				1. Сварочный аппарат BC-301		3. Напильник плоский ГОСТ 1465-80 4. Шабер		9. Круг шлифовальный		11. Линейка 1000 ГОСТ 427-75	
								2. Углошлифовальная		ГОСТ 26810-86		ПП25А			
								Машина BOSCH		5. Поверочная линейка ГОСТ 8026-92		ГОСТ 2424-83			
								ГОСТ 12.2.013.3		6. Молоток ГОСТ 7850-2102 7. Electroды Э46		10. Щётка металлическая ГОСТ 6388-91			
										ГОСТ 9467-75.					
										8. Чертилка ГОСТ 24473-80					
			005	Базирование				1. Кран г/п 10 т		3. Стропа 2 ск 12.5					
								ГОСТ 1881-74		ГОСТ 25573-82					
								2. Таль ручная 5 т		4. Отжимные болты					
								ГОСТ 4751-90		6хМ24х1,5 ГОСТ 7798-70					
										5. Шайбы ГОСТ 11371-78					
										6. Ключ 7811-0,024 ГОСТ					
										2839-85					
										7. Струбцины Piher F					
										ГОСТ 31.121.41-84					
МК															

Номер			Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный №)	Приспособления и инструмент (код, наименование)	Режущий инструмент (код, наименование)	Измерительный инструмент (код, наименование)	
Цеха	участка	операции						
		010	Центровка	1. Индикатор ИЧ 10 кл. 1 ГОСТ 577-85-68	2. Отжимные болты 6xM24x1,5 ОСТ 34-10-757-97		6. Стрелы парные для центровки	
					3. Ключ 7811-0,024 Ключ 7811-0,028 ГОСТ 2839-85		7. Линейка 1000 ГОСТ 427-75	
					4. Болт призонный 8xM28 конусный 1/10 ГОСТ 7817-80		8. Набор щупов ГОСТ 882-72	
					5. Струбцины монтажные ГОСТ 18037-72			
		015	Слесарная	1. Магнитный сверлильный станок EUROBOOR ECO	2. Чертилка ГОСТ 24473-80	3. Сверла 8;16;25 мм ГОСТ 2097-77	5. Линейка 1000 Линейка 150 ГОСТ 427-75	
						4. Развёртка 26 мм ГОСТ 11175-65	6. Нутромер микрометрический 25-50 мм ГОСТ 862-82	
МК								

разработал			Федотов В.П.						ВГУВТ					
проверил			Матвеев Ю. И.											
утвердил														
НОМЕР			Наименование и содержание операции		Оборудование (код, наименование, инвентарный №)		Приспособления и инструмент (код, наименование)		Режущий инструмент (код, наименование)		Измерительный инструмент (код, наименование)			
цеха	участка	операции												
		020	Монтаж ДРРА		5. ТЭН-0,25 250 Вт		1. Ключ 7811-0,024;				7. Ключ			
							2. Ключ 7811-0,026				динамометрический			
							ГОСТ 25789-83				ГОСТ 25603-83			
							3. Болты крепёжные				8. Линейка 1000			
							8xM24-6gx90 ГОСТ				ГОСТ 427-75			
							7798-70				9. Термометр			
							4. Болты призонные с				контактный			
							гайкой 4xM26x90				ГОСТ 16920-93			
							DIN 610							
							ГОСТ 7817-80							
							6. Комплект для							
							изготовления							
							подкладок из ФМВ							
		025	Контрольная		1. Индикатор ИЧ 10						2. Линейка 1000			
					кл. 1 ГОСТ 577-68						ГОСТ 427-75			
											3. Набор щупов			
											ГОСТ 882-72			
											4. Ключ			
											динамометрический			
											ГОСТ 25603-83			
											5. Раскелник КР500			
											ГОСТ 4446-81			
МК														

Разраб.	Федотов В.П.			ВГУВТ																		
Проверил	Матвеев Ю. И.																					
				Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата																		
Н. контр																						
Наименование операции				Наименование и марка материала	Масса детали	Заготовка																
000 Подготовительная							Профиль и размеры		Твердость		Масса											
кол. деталей	Оборудование (наименование, модель)			Приспособление (код и наименование)																		
	Сварочный аппарат ВС-301																					
№ перехода	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)			Расчет разм.		t	i	Режим обработки			То	Тв								
			Вспомогательный	Режущий	Измерительный	Диаметр	Длина			S	n	V										
1	Очистить опорные поверхности фундамента		Напильник плоский ГОСТ 51652-82 Шабер ГОСТ 2330-77	Щётка металлическая ГОСТ 6388-91																		
2	Обработать поверхность шлифовальной машиной		Угловая шлифовальная машина BOSCH	Круг шлифовальный ПП25А ГОСТ2424-83																		
3	Отметить осевые риски		Чертилка ГОСТ 24473-80		Линейка 1000 ГОСТ 427-75																	
4	Приварить пластики 100x150x25 Сталь 25 ГОСТ 1050-88 в размер 1,2,3,4,5		Сварочный аппарат ВС-301 Электроды Э46 ГОСТ 9467-75		Линейка 1000 ГОСТ 427-75 Молоток ГОСТ 7850-2102																	
OK		механической обработки																				

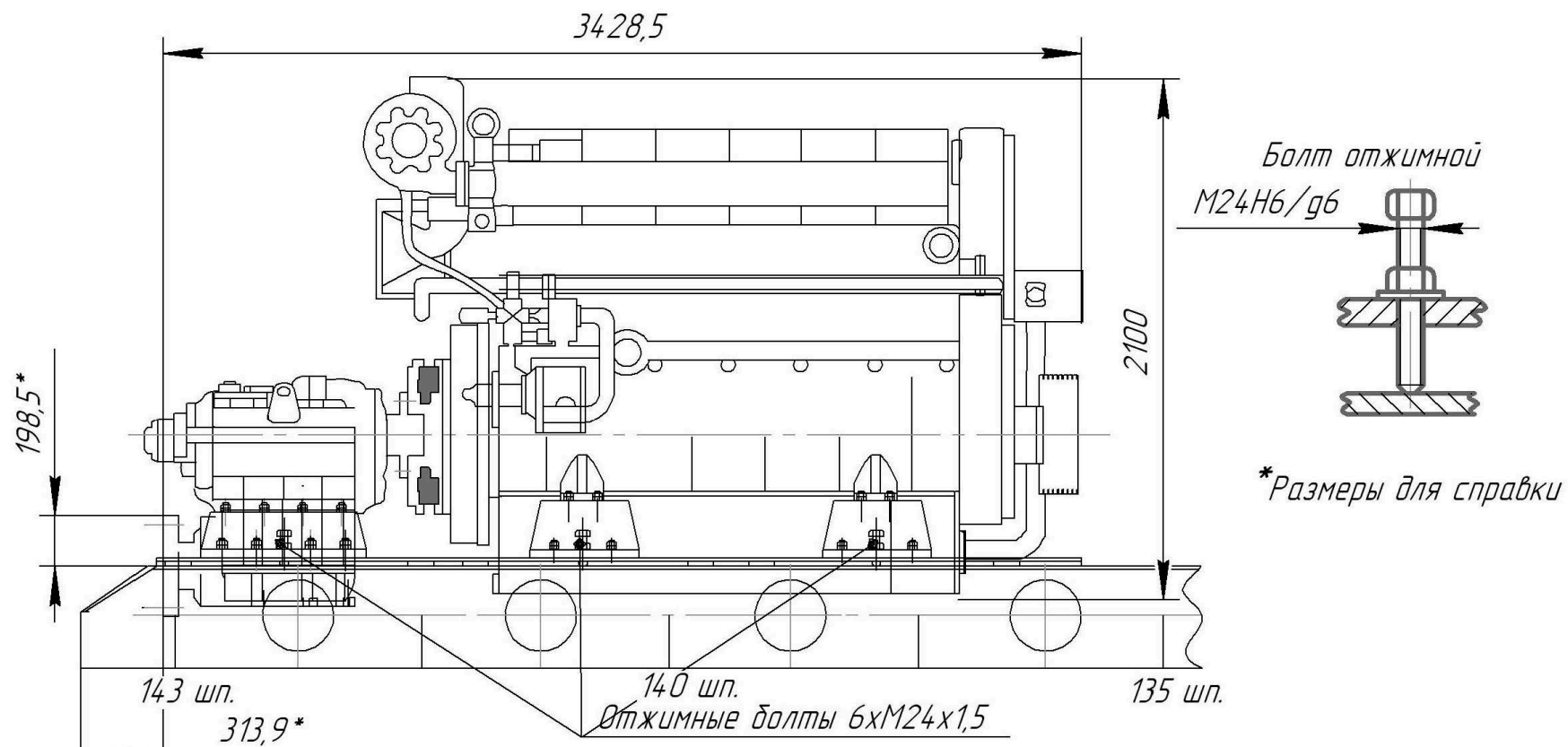
разработал	Федотов В.П.				000		
проверил	Матвеев Ю. И.				Подготовительн ая		
				<i>Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата</i>			



КЭ

Разраб.		Федотов В.П.		ВГУВТ									
Проверил		Матвеев Ю. И.											
				Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата									
Н. контр													
Наименование операции				Наименование и марка материала	Масса детали	Заготовка							
						Профиль и размеры	Твердость	Масса					
000 Подготовительная													
кол. деталей	Оборудование (наименование, модель)			Приспособление (код и наименование)									
№ перехода	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчет разм.		t	i	Режим обработки			То	Тв
		Вспомогательный	Режущий	Измерительный	Диаметр	Длина			S	n	V		
5	Обработать приваренные пластины углошлифовальной машиной	Угловая шлифовальная Машина BOSCH	Круг шлифовальный ПП25А ГОСТ 2424-83	Поверочная линейка ГОСТ 8026-92									
OK	механической обработки												

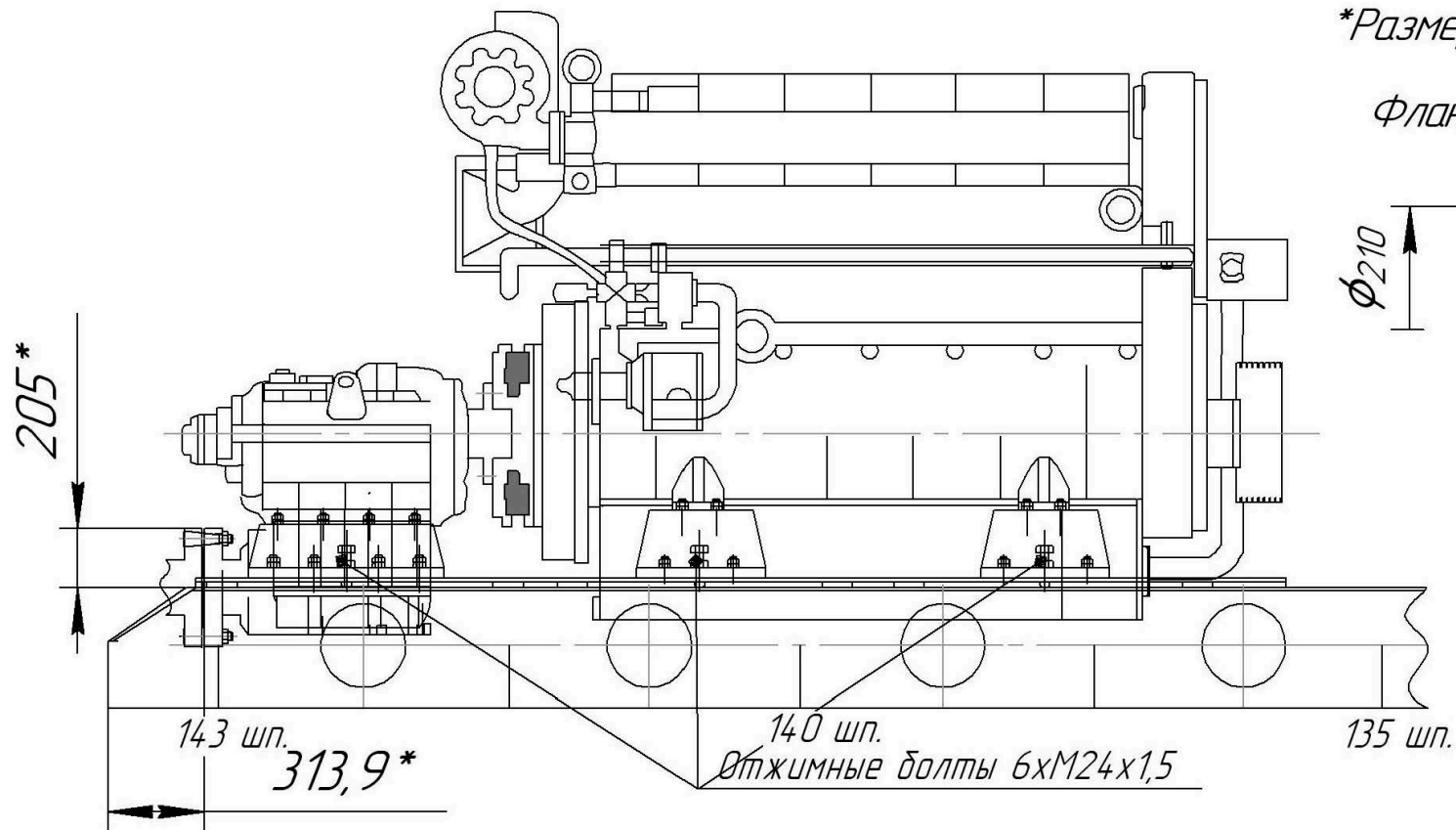
разработал	Федотов В.П.			005 Базирование
проверил	Матвеев Ю. И.			ДРРА
Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата				



Операции по погрузке производить под контролем мастера такелажных работ.

Разраб.	Федотов В.П.			ВГУВТ											
Проверил	Матвеев Ю. И.														
				Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата											
Н. контр															
Наименование операции				Наименование и марка материала	Масса детали	Заготовка									
005 Базирование ДРРА					7500 кг	Профиль и размеры			Твердость		Масса				
кол. деталей	Оборудование (наименование, модель)			Приспособление (код и наименование)											
№ перехода	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчет разм.		t	i	Режим обработки			То	Тв		
		Вспомогательный	Режущий	Измерительный	Диаметр	Длина			S	n	V				
1	Установить ДРРА на плиты	Кран г/п 10 т													
		ГОСТ 1881-74													
		Таль ручная 5 т													
		ГОСТ 4751-90													
		Стропа 2 ск 12.5													
		ГОСТ 25573-82													
		Струбцины Piher F													
		ГОСТ 31.121.41-84													
2	В заводские отверстия в раме ДРРА	Болт отжимной													
	установить отжимные болты М24	6xM24x1.5													
		ГОСТ 7798-70													
		Ключ 7811-0,024													
		ГОСТ 2839-85													
		Шайбы													
		ГОСТ 11371-78													
3	Закрепить ДРРА четырьмя монтажными	Струбцина Piher F													
	струбцинами	ГОСТ 31.121.41-84													
OK		механической обработки													

разработал	Федотов В.П.				010 Центровка		
проверил	Матвеев Ю. И.						
Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата							



**Размеры для справки*

Фланцевое соединение валов

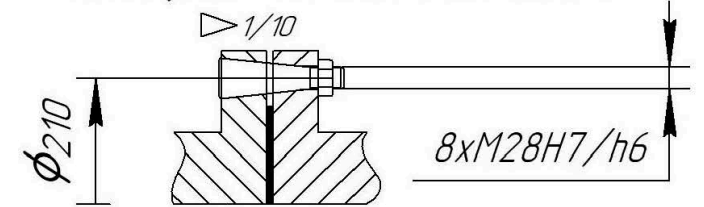
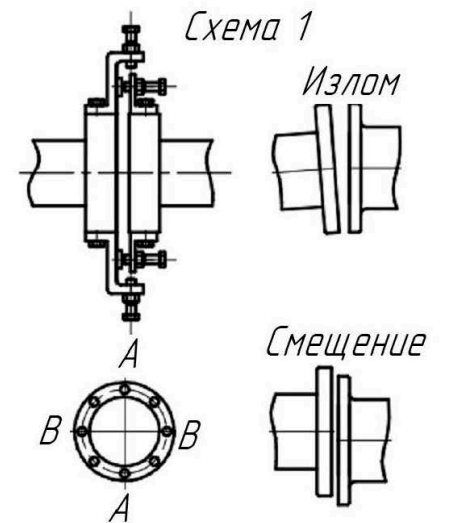
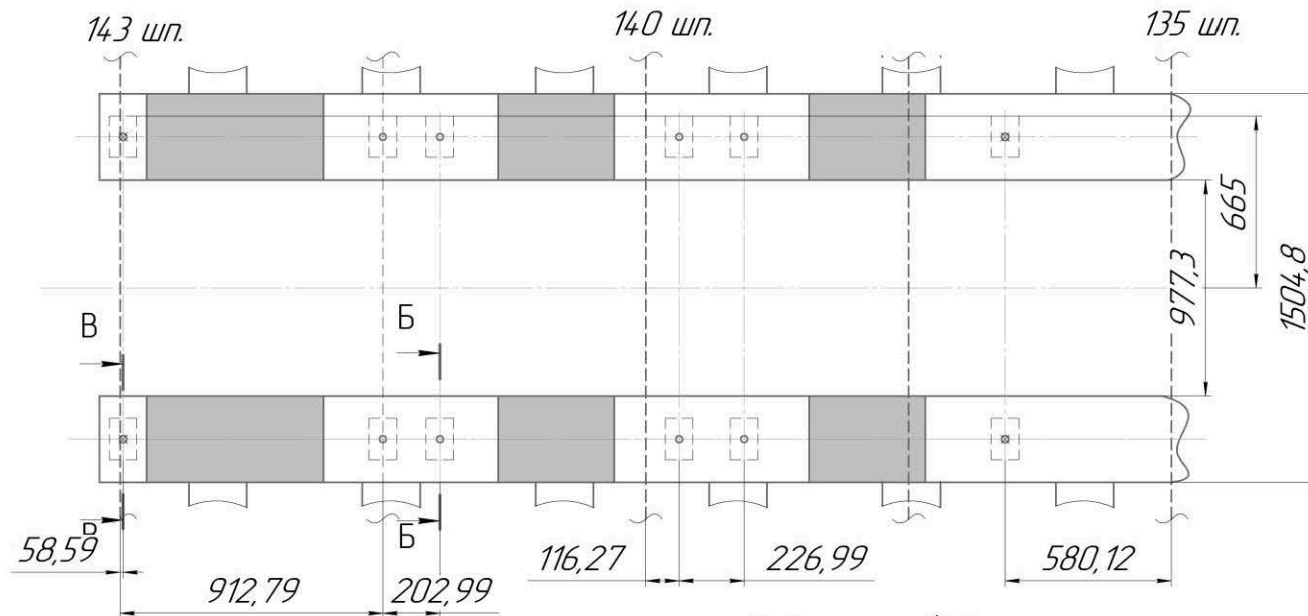


Схема 1

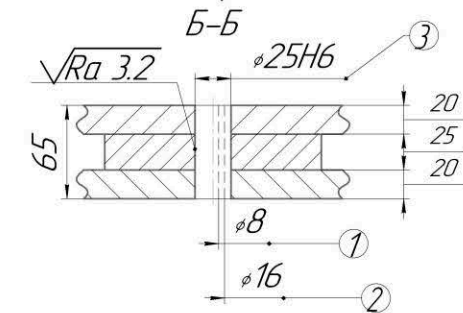


Разность значений А-А и В-В при вращении укажет на величину несоосности валов

разработал	Федотов В.П.				015 Сверление		
проверил	Матвеев Ю. И.						
Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата							

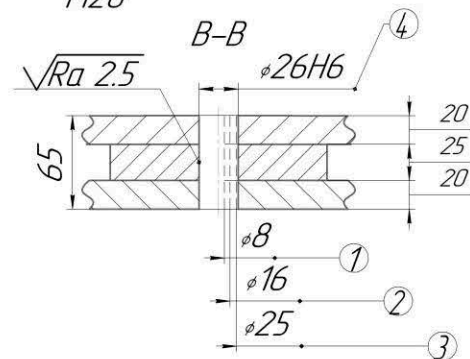


Сквозное отверстие $\phi 25$ мм



× Отверстия под призонные болты

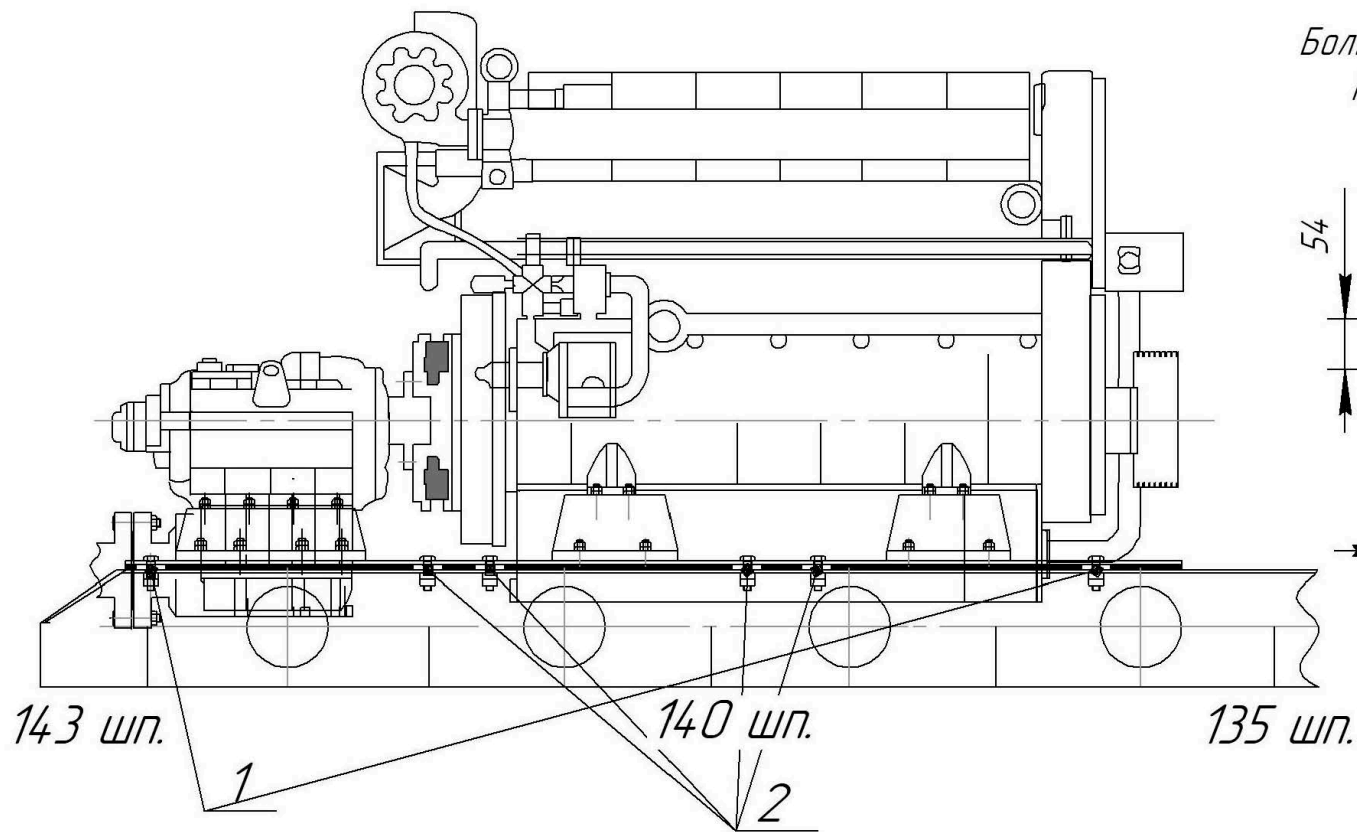
Отверстие $\phi 26$ мм
под призонный болт
M26



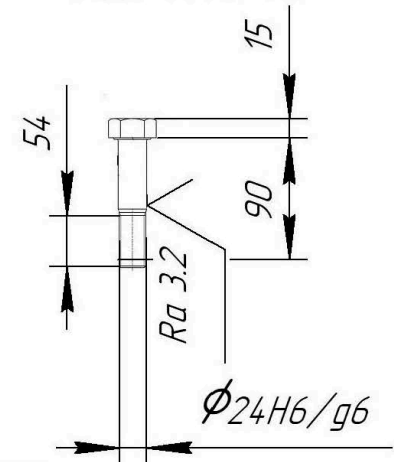
Разраб.	Федотов В.П.			ВГУВТ										
Проверил	Матвеев Ю. И.													
				Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата										
Н. контр														
Наименование операции				Наименование и марка материала	Масса детали	Заготовка								
015 Слесарная						Профиль и размеры			Твердость		Масса			
кол. деталей	Оборудование (наименование, модель)			Приспособление (код и наименование)										
	Магнитный сверлильный станок EUROBOOR ECO													
№ перехода	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчет разм.		t	i	Режим обработки			То	Т в	
		Вспомогательный	Режущий	Измерительный	Диаметр	Длина			S	n	V			
1	Нанести разметку отверстий	Чертилка ГОСТ 24473-80		Линейка 1000 ГОСТ 427-75										
2	Установить магнитный сверлильный станок													
3	Сверлить сквозные отверстия в фундаментной раме в размер 1		Сверло ø8 2301-4001 ГОСТ 2092-77	Линейка 150 Линейка 1000 ГОСТ 427-75	8	65	4	1	0,3	150	3,74	3,1		
4	Расверливание отверстий в фундаментной раме в размер 2		Сверло ø16 2301-4001 ГОСТ 2092-77	Линейка 150 Линейка 1000 ГОСТ 427-75	16	65	4	1	0,45	100	5,44	1,4		
5	Расверливание отверстий в фундаментной раме в размер 3		Сверло ø25 2301-4001 ГОСТ 2092-77	Линейка 150 Линейка 1000 ГОСТ 427-75	25	65	9	1	0,58	70	5,63	1,6		
7	Развертывание отверстий под призонные болты в размер 4		Развёртка ø26 ГОСТ 11175-65	Линейка 1000 ГОСТ 427-75	26	65	0,5	1	1,2	620	1,08	0,1		
				Нутромер микрометрически й 25-50 мм ГОСТ 862-82										
ОК	механической обработки													

Разраб.	Федотов В.П.			ВГУВТ																
Проверил	Матвеев Ю. И.																			
				Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата																
Н. контр																				
Наименование операции				Наименование и марка материала		Масса детали	Заготовка													
020 Монтаж ДРРА							Профиль и размеры			Твердость			Масса							
кол. деталей	Оборудование (наименование, модель)			Приспособление (код и наименование)																
№ перехода	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)			Расчет разм.		t	i	Режим обработки			То	Тв						
			Вспомогательный	Режущий	Измерительный	Диаметр	Длина			S	n	V								
1	Определить толщину подкладок				Линейка 1000															
					ГОСТ 427-75															
2	Нанести 2%-ый раствор воска в бензине на опорные поверхности фундамента																			
3	Формировать подкладки из пластмассы ФМВ по ранее определенным размерам		Комплект для изготовления подкладок из ФМВ		Линейка 1000															
					ГОСТ 427-75															
4	Установка формованных подкладок между опорами ДРРА		Ключи гаечные		Линейка 1000															
			ГОСТ 2839-80		ГОСТ 427-75															
5	Прогреть подкладки при t=50° С в течение 6 часов		ТЭН-0,25 P=250 Вт		Термометр															
					контактный															
					ГОСТ 16920-93															
6	Отжимные болты отвернуть через 72 часа (при t=10-16° С или через 24 часа при t≥ 16° С)		Ключ 7811-0,024		Термометр															
			ГОСТ 2839-85		контактный															
					ГОСТ 16920-93															
OK	механической обработки																			

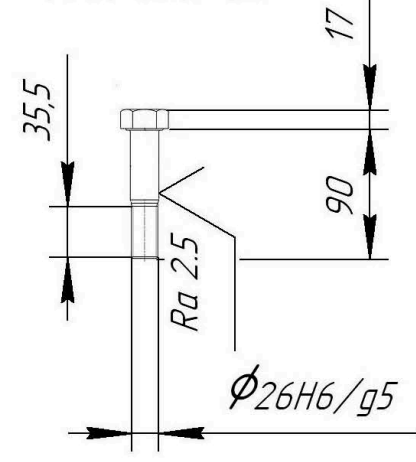
разработал	Федотов В.П.				020 Монтаж		
проверил	Матвеев Ю. И.				ДРРА		
				Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата			



Болт крепёжный М24
ГОСТ 7798-70

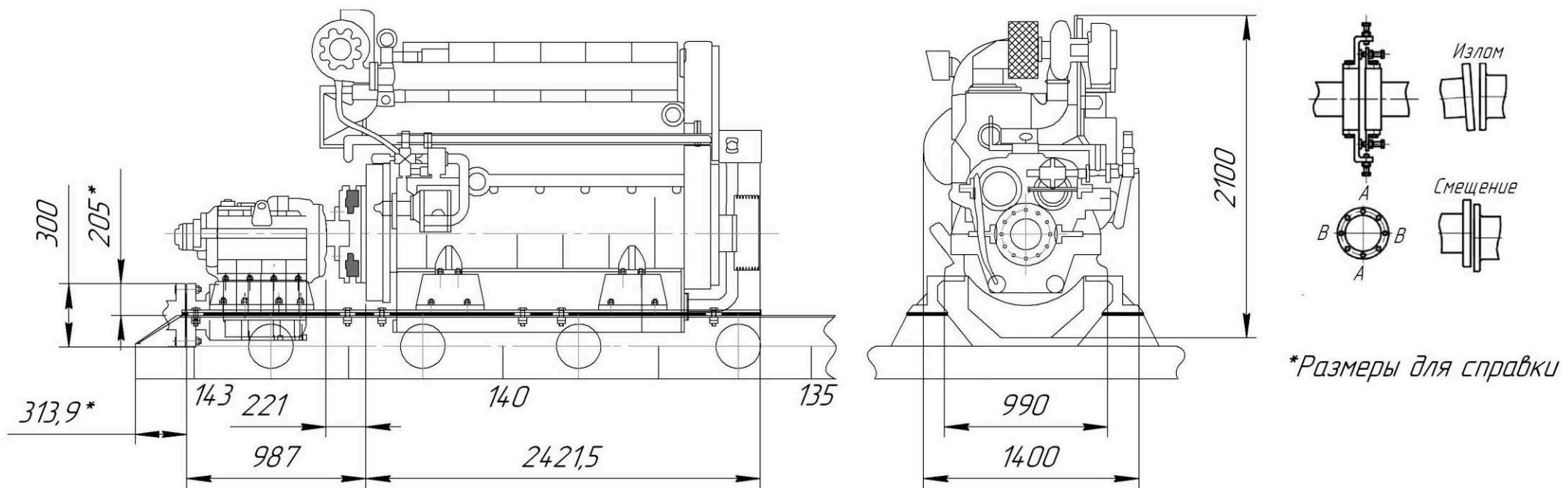


Болт призонный М26
ГОСТ 7817-80



Разраб.		Федотов В.П.		ВГУВТ											
Проверил		Матвеев Ю. И.													
				Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата											
Н. контр															
Наименование операции				Наименование и марка материала	Масса детали	Заготовка									
020 Монтаж ДРРА						Профиль и размеры		Твердость		Масса					
кол. деталей	Оборудование (наименование, модель)			Приспособление (код и наименование)											
№ перехода	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)			Расчет разм.		t	i	Режим обработки			То	Тв	
			Вспомогательный	Режущий	Измерительный	Диаметр	Длина			S	n	V			
7	Крепление двигателя болтами		Болты 8xM24-6gx90			Ключ									
	в соответствии с номерами позиций		ГОСТ 7798-70			динамометричес-									
	1 – для призонных болтов		Болты призонные			кий									
	2 – для крепёжных болтов		4xM26x90 DIN 610			ГОСТ 25603-83									
			ГОСТ 7817-80												
			Ключ 7811-0,026												
			ГОСТ 2839-85												
			Ключ 7811-0,024												
			ГОСТ 2839-85												
OK	механической обработки														

разработал	Федотов В.П.				025 Контрольная		
проверил	Матвеев Ю. И.						
<i>Монтаж дизель-реверс-редукторного агрегата</i>							

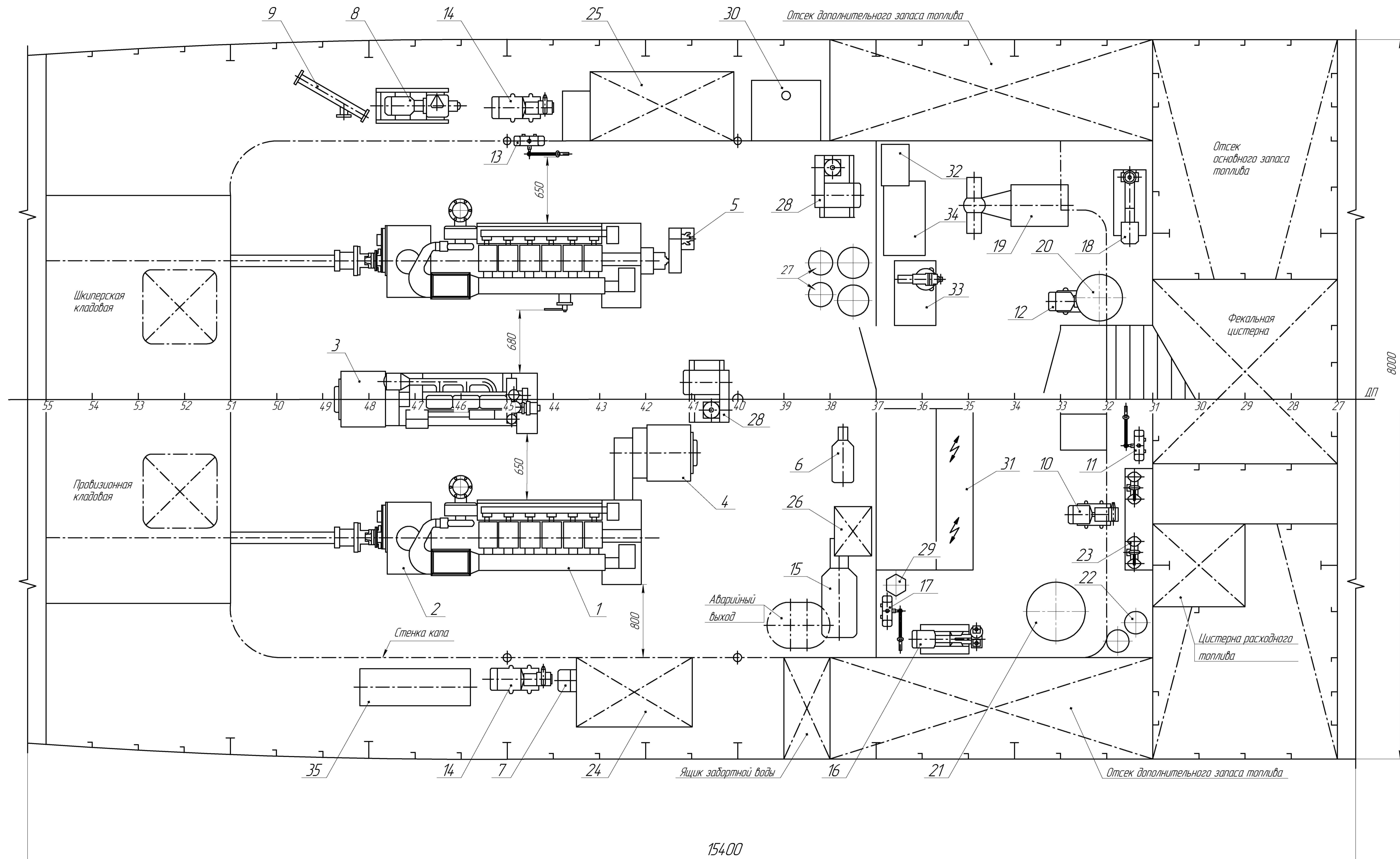


**Размеры для справки*

*При монтаже значение провисания вала не должно превышать 0,03 мм, допустимое смещение 0,02 мм.
 Раскаты коленчатого вала не должны превышать 0,03 мм.
 Момент затяжки болтов не должен превышать для M24 358 Нм, для M26 490 Нм, для M28 690 Нм.*

Приложение Б. Графический материал.

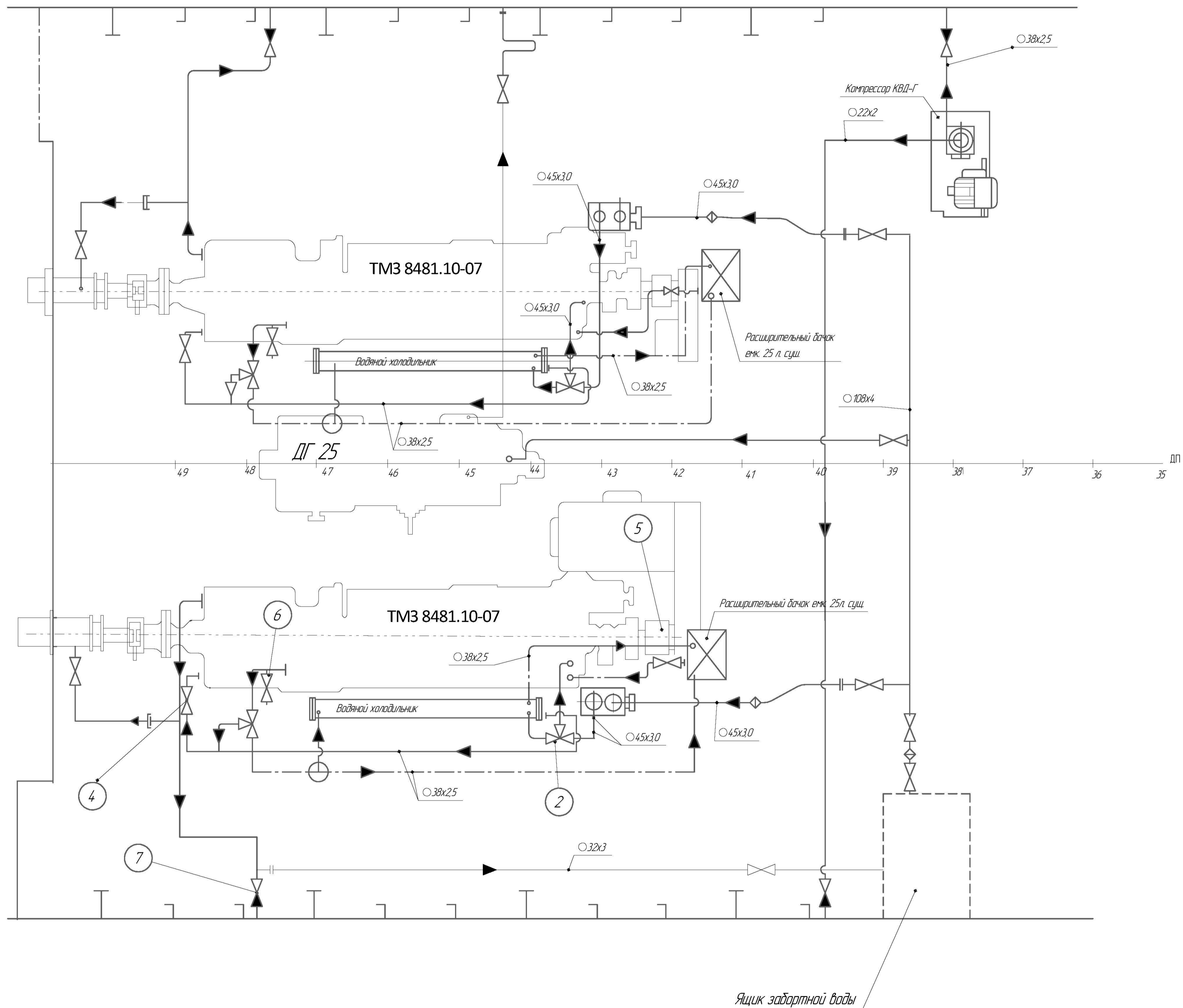
Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	ПФВ-04.238.120.01.ПЗ	Лист
						109
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50
Лист № 51
Лист № 52
Лист № 53
Лист № 54
Лист № 55

ПФВ-04.238.124.02				Литр	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Расположение механизмов в машинном помещении		
Разраб.	Федотов В.П.					140
Проб.	Матвеев Ю.И.			Лист	Листов	1
Т.контр.				ВГУВТ		
И.контр.				Копирован		
Этап				Формат А1		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Перв. примен.		1		ГД	2			
		2		Реверс-редуктор	2			
		3		ДГ				
		4		Валогенератор				
		5		Насос рулевой машины НШ-10				
		6		Электронасос рулевой машины				
		7		Электронасос пожарный				
		8		Электронасос осушительный				
		9		Эжектор осушительный				
		10		Электронасос топливный				
		11		Насос ручной топливной				
		12		Электронасос маслоперекачивающий				
Справ. №		13		Насос ручной масляный				
		14		Электронасос предпусковой прокачки масла	2			
		15		Электронасос гидропривода буксирной лебедки				
		16		Электронасос питьевой воды				
		17		Насос ручной заборной воды				
		18		Электронасос циркуляционный отопления				
		19		Котел отопительный				
		20		Электроводонагреватель				
		21		Гидрофор				
		22		Бачок мерный топливный	2			
		23		Фильтр топливный	2			
		24		Цистерна для пенообразователя				
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № дубл.								
Подп. и дата								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Изм. № подл.	Разрад.	Федотов В.П.						
							Пров.	Матвеев Ю.И.
Изм. № подл.	Н.контр.							
							Утв.	
Располоение механизмов в машинном помещении таблица						Лист	Лист	Листов
							1	2



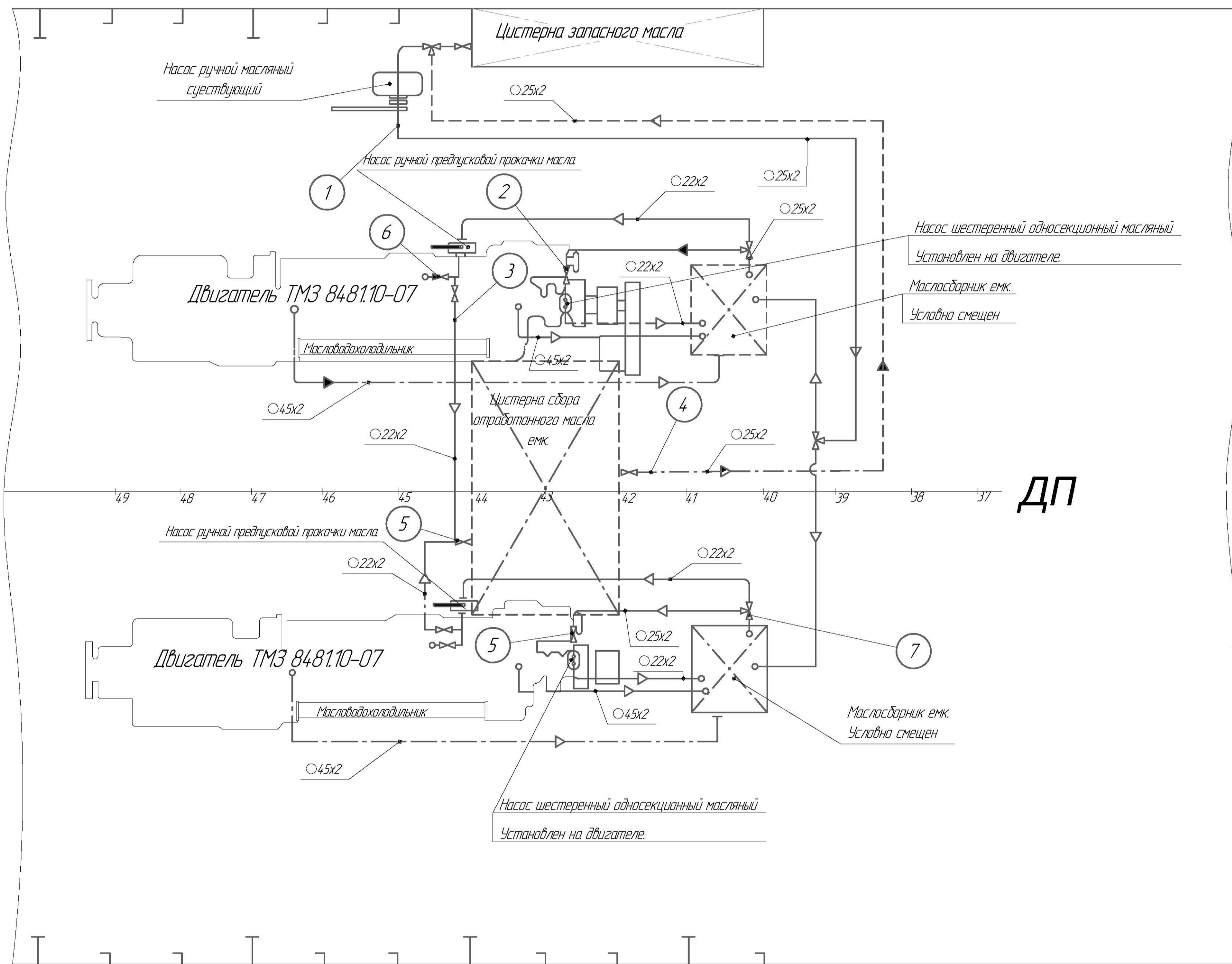
Условные обозначения			
Поз.	Обозначение	Наименование	Прим.
1	—	Трубопровод забортной воды	
2	- - -	Трубопровод пресной воды	
3	—	Трубопровод забортной воды существ.	
4	⊘	Клапан запорный приходной	
5	⊕	Кран трехходовой	
6	⊕	Терморегулятор	поставл. с 61.160.715
7	⊕	Клапан невозвратно-запорный	сущ.
8	⊕	Фильтр забортной воды	сущ.
9	⊕	Петля	

Чертеж выполнен в связи с заменой главных двигателей 6NVD26A-3 на двигатели ТМЗ 8481.10-07. Существующую арматуру и трубопроводы в случаях их удовлетворительного состояния использовать вновь. Систему выполнить из остальных бесшовных труб по ГОСТ 8734-75. Трубопроводы после окончательной обработки и сварки подвергнуть в цехе гидравлическому испытанию пробным давлением 37,5 кгс/см²; после монтажа на судне испытать совместно с арматурой давлением 30,5 кгс/см². Трубопроводы окрасить в отличительный цвет по ГОСТ 5648-76, а на запорной арматуре установить отличительные планки по ОСТ 5.9106-73. В наименее местах трубопроводов установить спускные пробы. Соединение трубопроводов-штуцерное для труб $du \leq 32$ мм.

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса		Материал	Прим.
				шт	Общ.		
7	522-014.98-01	Клапан невр. зап. штуц. прох. Ду 15 ГОСТ 1360-74	2	18	3,6	В сборе	Т/Х пр. Р336 Замена главных двигателей 6NVD26A-3 двигателями ТМЗ 8481.10-07
6	521-014.70	Клапан зап. штуц. прох. Ду 15 Ру100, ГОСТ 1372-74	2	2,0	4,0		
5	521-011.27	Клапан зап. фил. прох. Ду 4,0 Ру 25, ОСТ 5.5191-74	2	8,8	17,6		
4	521-011.26	Клапан зап. фил. прох. Ду 3,2 Ру 25	4	6,75	27,0		
3	44536-314285	Кран трехходовой тип 2 Ду 32 Ру 10, ОСТ 5.5320-77	2	4,1	8,2		
2	536-31481	Кран трехходовой тип 2 Ду 4,0 Ру 6, ОСТ 5.5236-75	2	8,4	16,8		
1	522-011.72	Клапан невозв.-зап. фил. прох. Ду 3,2 Ру 25, ОСТ 5.5195-74	2	6,5	13,3		

				ПФВ-04.238.124.03		
Изм. Лист	№ док.	Подп.	Дата	Система охлаждения двигателей ТМЗ 8481.10-07. Собственная схема		
Разраб.	Федотов В.П.			Лит.	Масса	Масштаб
Проб.	Матвеев Ю.И.			Лист	Листов	1
Т.контр.				ВГУВТ		
И.контр.				Копирабол		
Этап				Формат А1		

Пред. произв. № _____
 Справ. № _____
 Подп. и дата _____
 Взам. инв. № _____
 Инв. № подл. _____



Условные обозначения			
Поз.	Обозначение	Наименование	Прим.
1	—	Трубопровод подачи масла устан. вновь	
2	—	Трубопровод подачи масла существ.	
3	—	Трубопровод отработанного масла	
4	- - - -	Трубопровод избыточного масла	
5	⌵	Клапан запорный проходной	
6	⌵	Клапан невозвратно-запорный	
7	⌵	Кран трехходовой	

Чертеж выполнен в связи с заменой гл. двигателей 6NVD26A-3 на двигатель ТМЗ 848110-07.
Трубопровод выполнить из стальных бесшовных труб по ГОСТ 8734-75.

Трубы после окончательной обработки и сварки подвергнуть в цехе гидравлическому испытанию давлением 0,6 МПа (6 кгс/см²); после монтажа на судне испытать совместно с арматурой давлением 0,5 МПа (5 кгс/см²).

Трубопровод после монтажа на судне окрасить в отличительный цвет по ГОСТ 5648-76, а на запорной арматуре установить отличительные планки по ОСТ 5.9106-73.

Существующую арматуру в случае удовлетворительного состояния использовать вновь.

Соединение трубопроводов с внутренним диаметром труб ≤ 32мм –штуцерное или на сварке.

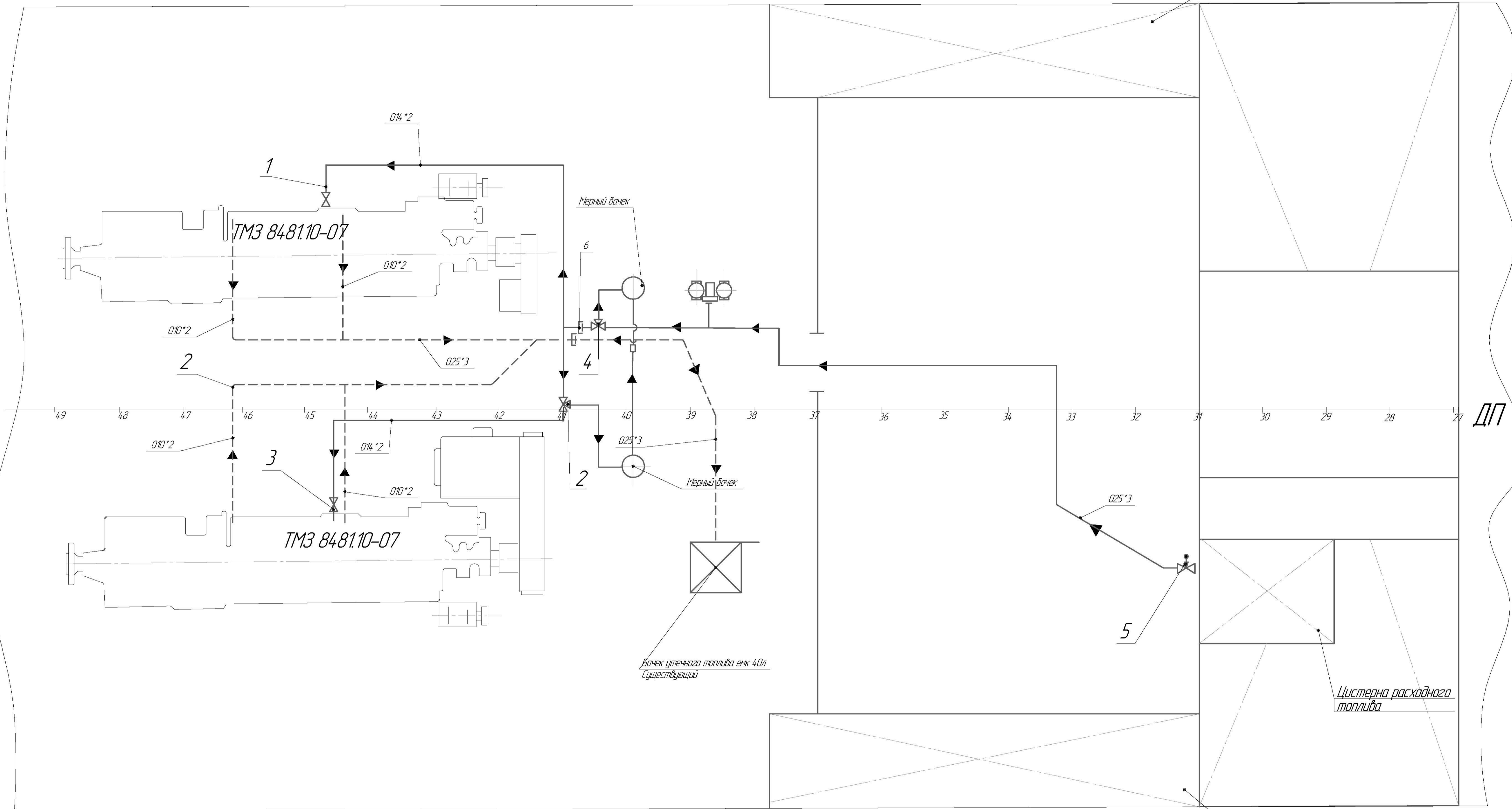
Концы сливных труб из картера в маслобаки (∅45x2) должны быть постоянно погруженными в масло.

9. Трубопроводы системы смазки, смонтированные на двигателе, на чертеже не выполняются.

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса		Прим.
				Лит.	Общ.	
6	91В/559-20	Бачок циркуляц. масла емк.	2			В сборе
5	521-014-70-01	Клапан запорн. проходн. штучн. Ду15 ГОСТ 1372-74	3	2,0	6,0	
4	521-014-70-03	Клапан запорн. проходн. штучн. Ду20 ГОСТ 1372-74	1	2,1	2,1	
3	536-3М15	Кран трехходовой штучн. Ду20 ГОСТ 55320-77	5	2,8	14,0	
2	522-014-98-02	Клапан невозв.-зап. штучн. Ду20 ГОСТ 1360-74	2	1,9	3,8	
1	522-014-98-01	Клапан невозв.-зап. штучн. Ду15 ГОСТ 1360-74	2	1,8	3,6	
Т/Х пр. Р33-5 Замена главных двигателей 6NVD26A-3 двигателями ТМЗ 848110-07						

Изм. Лист				ПФВ-04.238.124.04		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.	Федотов В.П.					
Проект.	Матвеев Ю.И.					
Т.контр.						
И.контр.						
Удп.						
Комбинированная схема системы смазывания дизелей ТМЗ 848110-07				Лист	Листов	1
				ВГУВТ		
Копирабол				Формат А1		

Отсек дополнительного запаса топлива



1. Чертеж выполнен в связи с заменой гл. двигателя 6NVD26A-3 двигателями TM3 8481.10-07.
2. Трубопровод выполнить из стальных бесшовных труб по ГОСТ 8734-76.
3. Труды после окончательной обработки и сварки подвергнуть в цехе гидравлическому испытанию пробным давлением 8 кгс/см²; после монтажа на судне совместно с арматурой – 4 кгс/см².
4. Трубопровод после монтажа на судне окрасить в отличительный цвет по ГОСТ 5648-76, а на запорной арматуре установить отличительные планки по ОСТ 5.9106-73.
5. Соединение трубопроводов – штицерное.
6. Существующую арматуру (поз. 1,2) в случае ее удовлетворительного состояния использовать вновь.
7. Подача топлива от цистерны расходного топлива по существующему трубопроводу.

Условные обозначения			
№ п/п	Обозначение	Наименование	Прим
1	—	Трубопровод подачи топлива установленный вновь	
2	- - - -	Трубопровод учетного топлива установленный вновь	
3	⊗	Клапан запорный проходной	
4	⊗	Клапан трехходовой	
5	⊗	Клапан запорный с дистанционным управлением	Сущ.
6	⊥	Штицерное соединение	

Отсек дополнительного запаса топлива

Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед, кг	Примечание
1		Фильтр диз. топлива Ду 25	1		Сущ.
1	521-01469-03	Клапан зап. штиц. прох. Ду 10 Ру 5	2	11	
2	Ун 536-3М13	Кран переходник штиц. латун тип 2 Ду 10 Ру 25.	2	0,87	

ПФВ-04.238.124.05					
Изм.	Колыч	Лист	Проек	Подп.	Дата
Разраб.	Федотов В.П.				
Проб.	Матвеев Ю.И.				
Т.контр.					
Исполн.					
Удп.					

Комбинированная схема системы подачи топлива двигателя 1113 8481.10-07

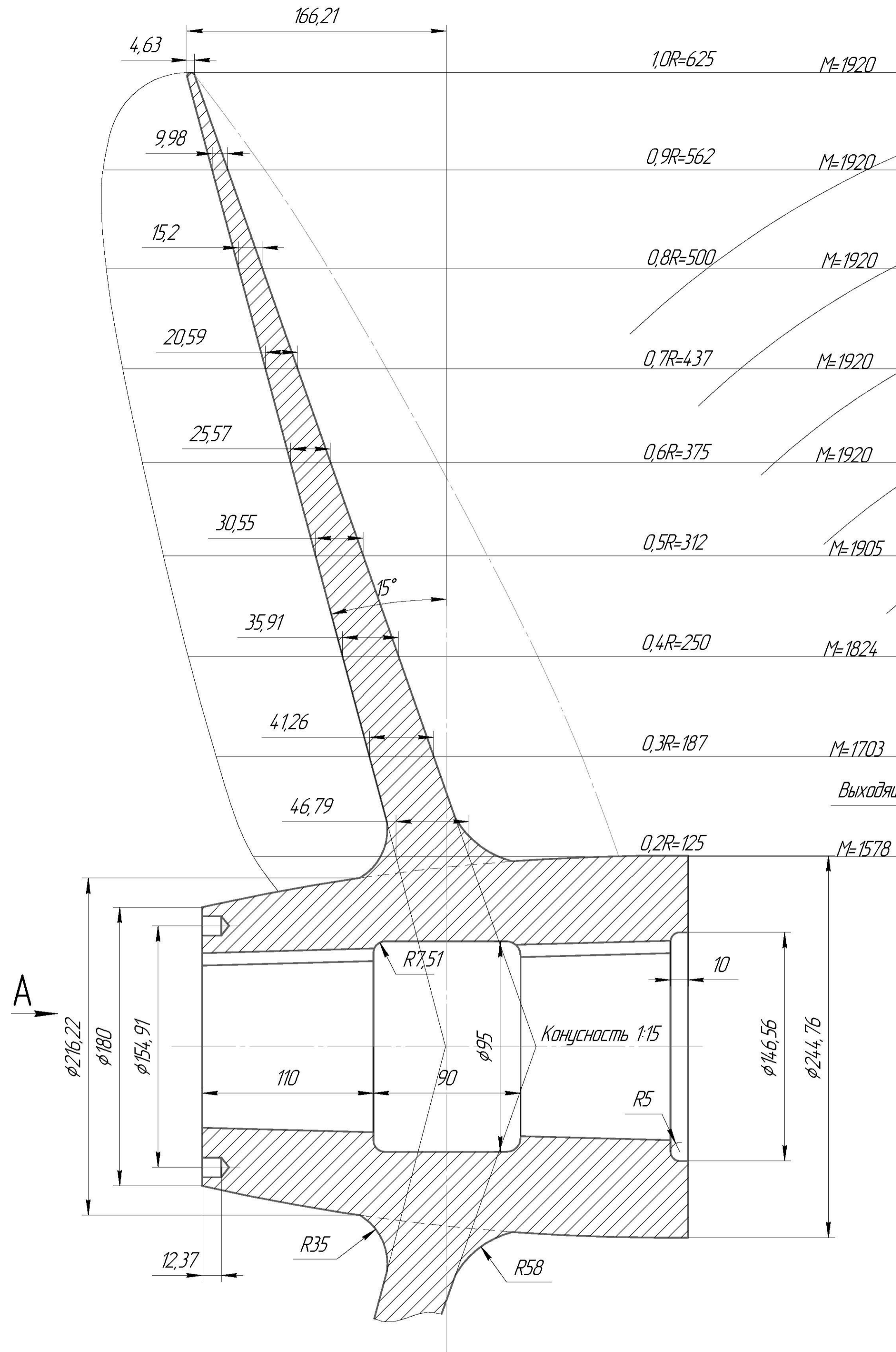
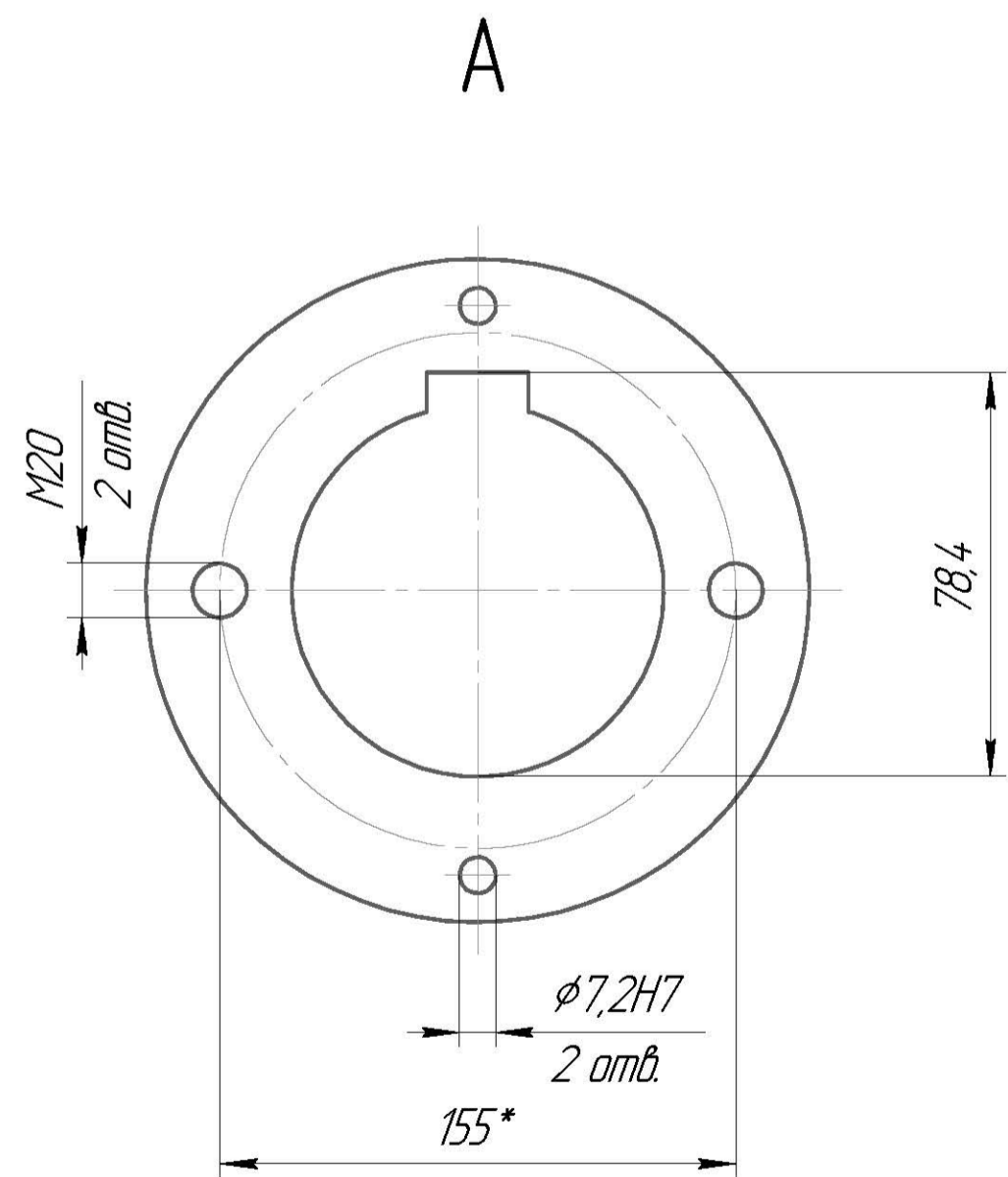
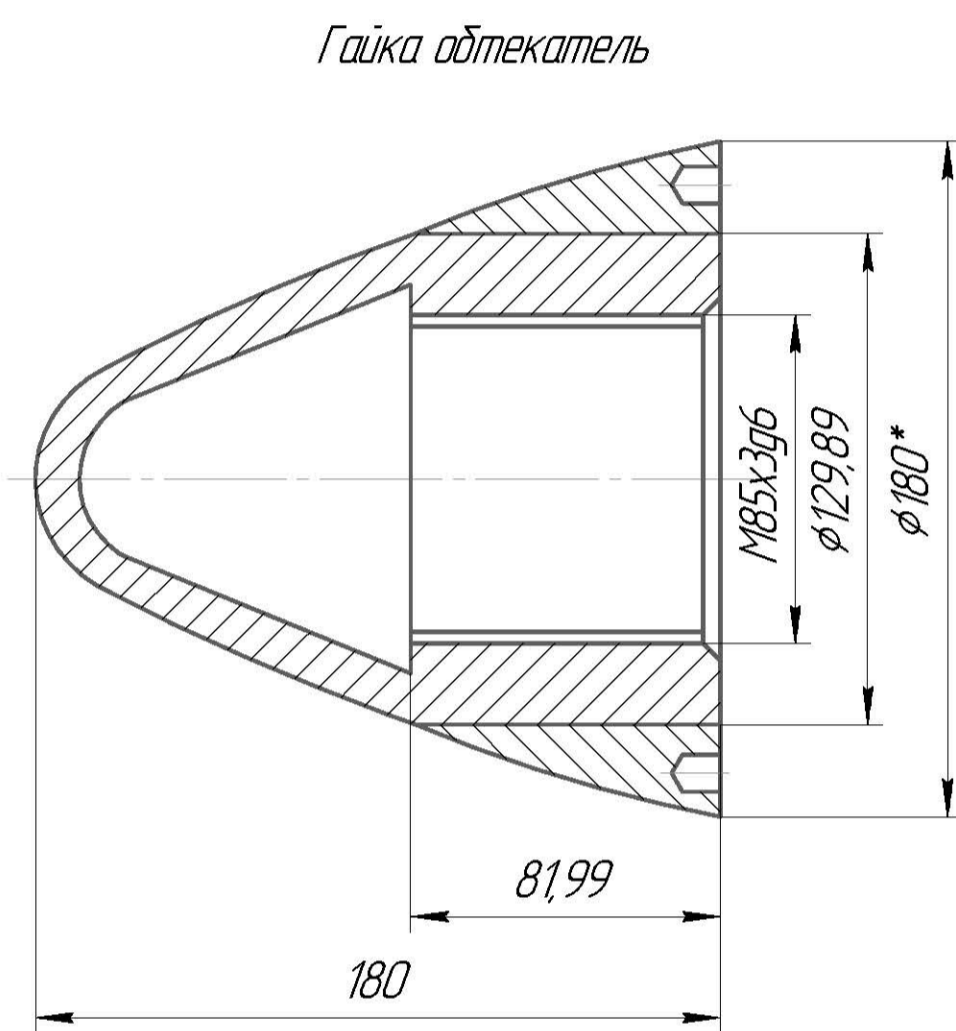
Стандия	Лист	Листов

ВГУВТ

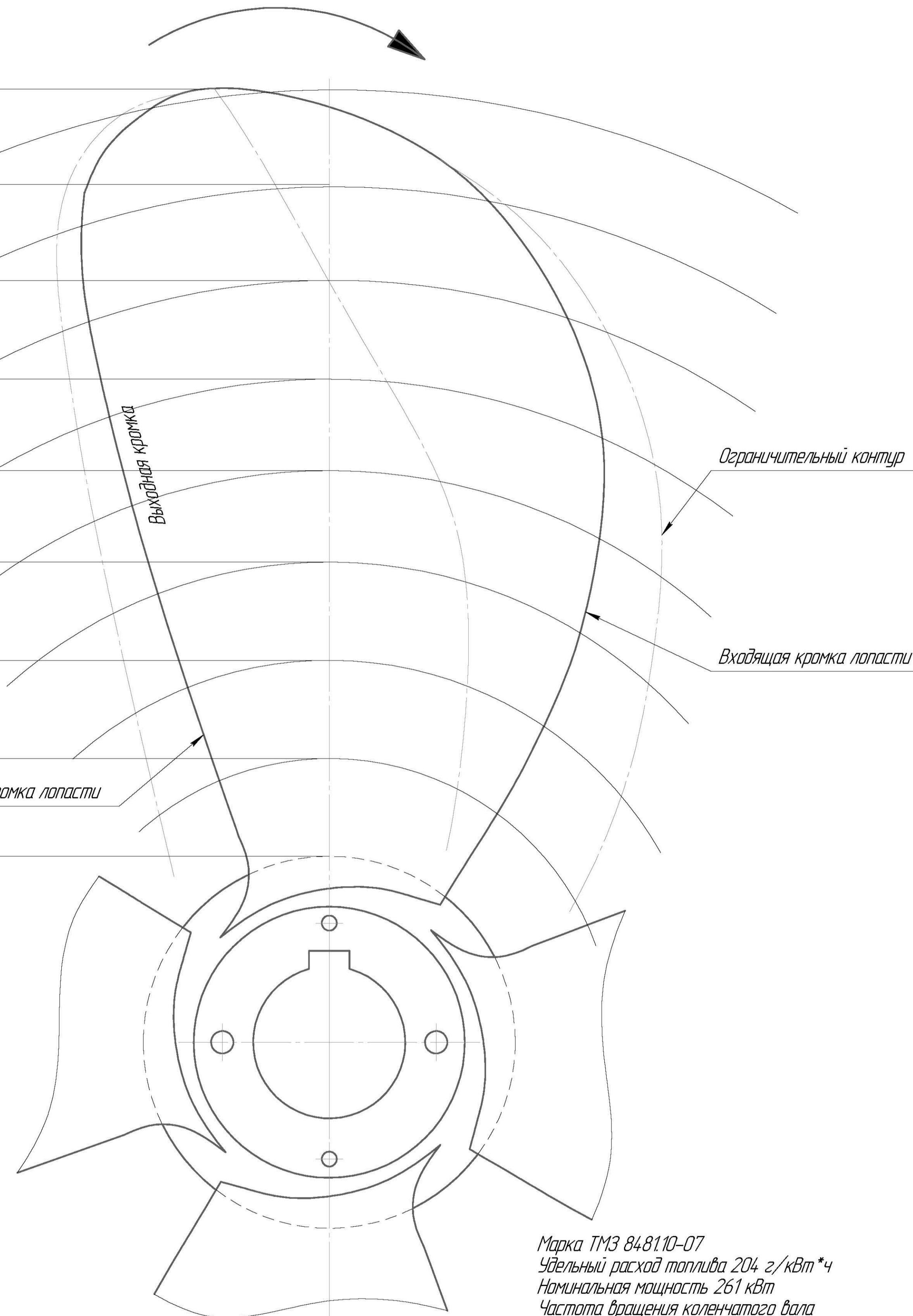
Формат А1

Согласовано
Взвешивание
Платье и обувь
Имя, № подл.

Направление вращения



Конусность проверить по шаблону



Марка ТМЗ 84-8110-07
Удельный расход топлива 204 г/кВт*ч
Номинальная мощность 261 кВт
Частота вращения колеччатого вала 1500 мин⁻¹

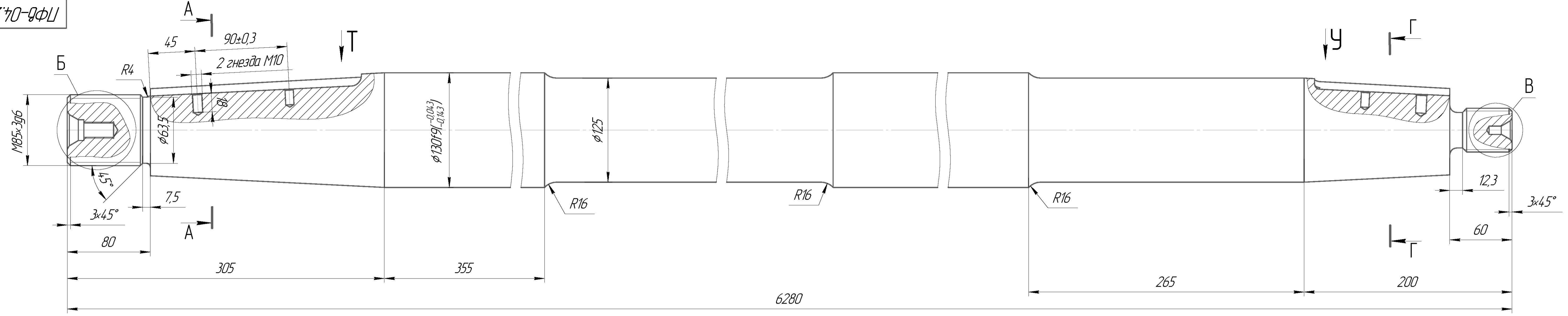
Характеристика гребного винта

Диаметр D=1250 мм
Шаг винта H=800 мм
Число лопастей z=4
Дискоевое отношение 0,55
Материал Ст25Л ГОСТ 977-88

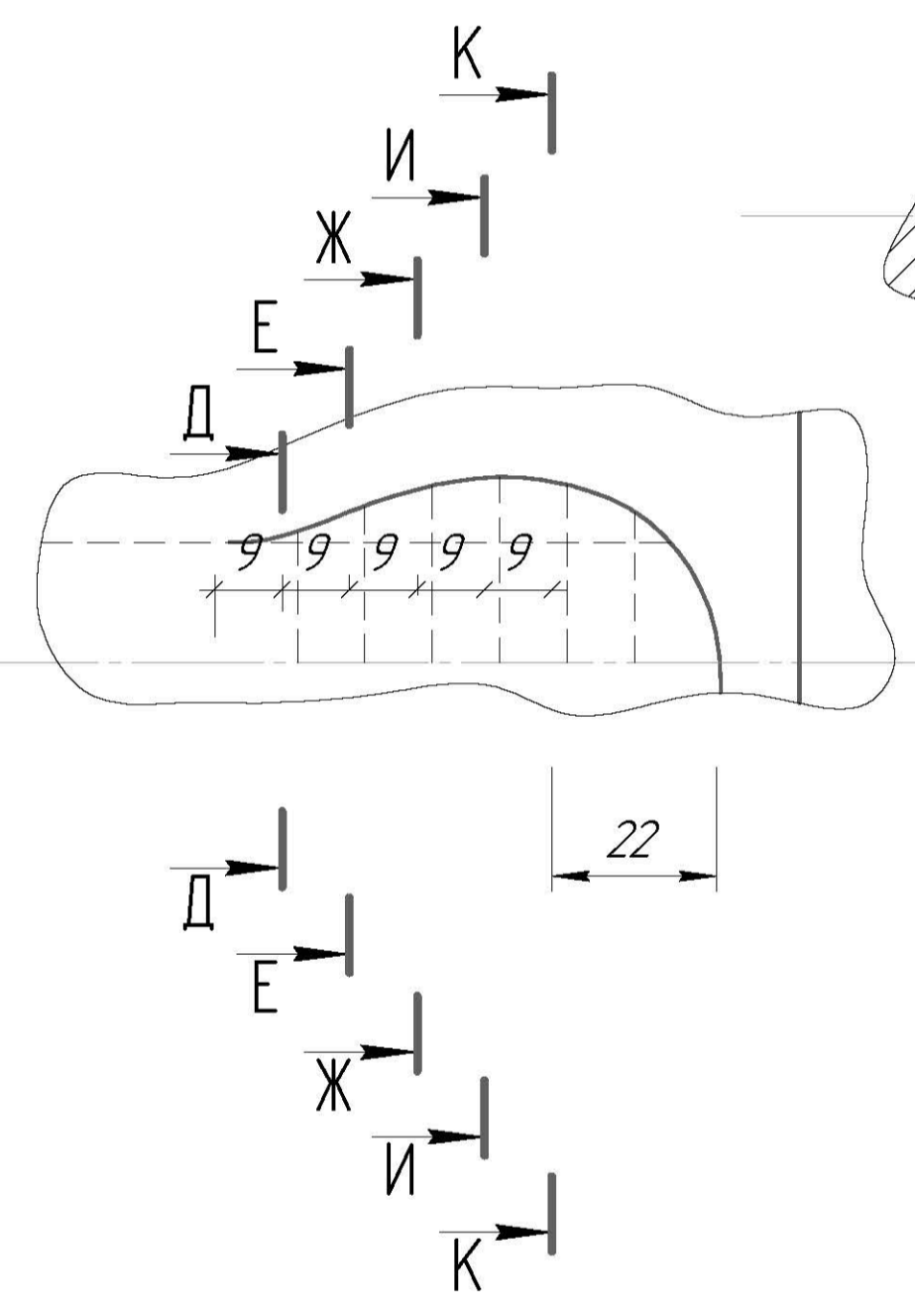
ПРИМЕЧАНИЕ
после обработки винт отбалансировать
конус ступицы гребного винта притереть
совместно с конусом вала

Изготовление и приемка согласно правилам РРР.

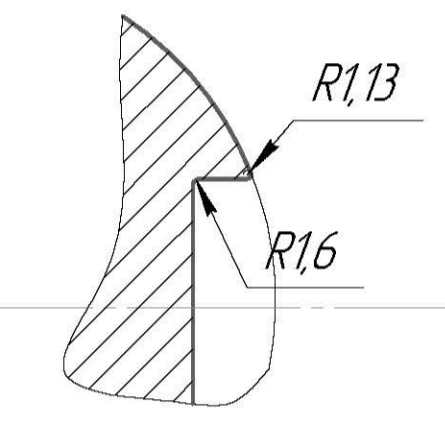
				ПФВ-04.238.124.06		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса
Разраб.	Федотов В.П.				692	12
Проб.	Матвеев Ю.И.				Лист	Листов
Т.контр.					1	
Н.контр.						
Удп.						
					Ст25Л ГОСТ 977-88	
					"ВГУВТ"	



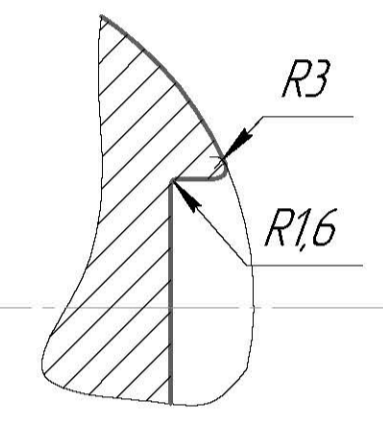
T(2:1)



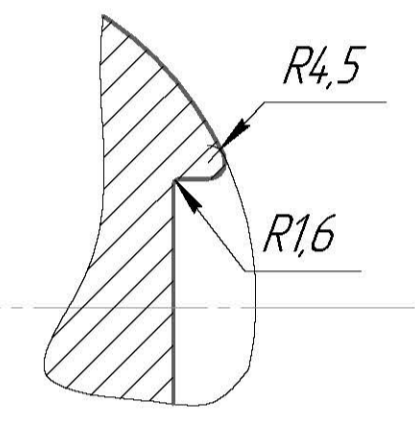
Д-Д(2:1)



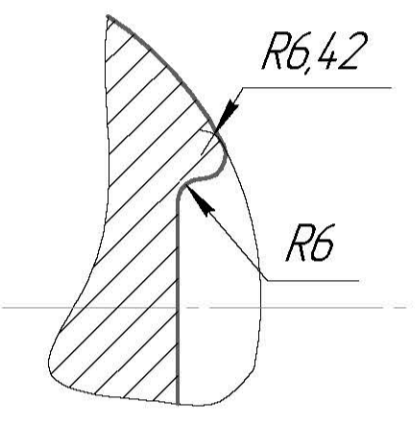
Е-Е(2:1)



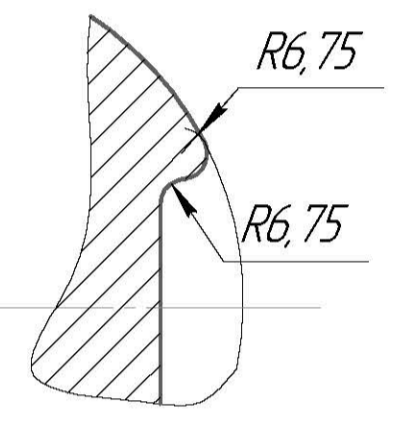
Ж-Ж(2:1)



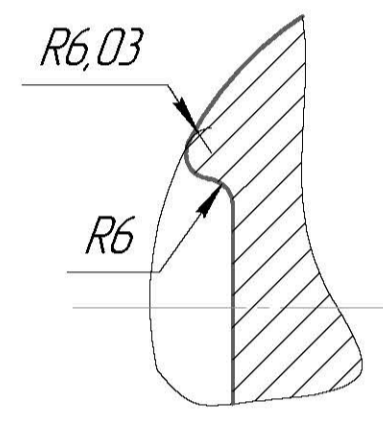
И-И(2:1)



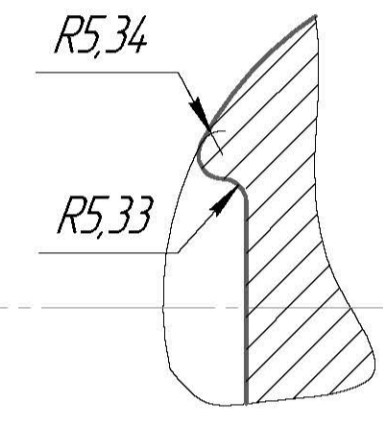
К-К(2:1)



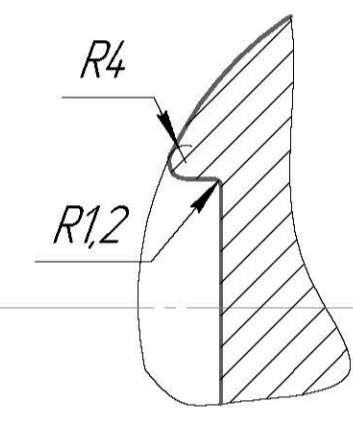
С-С(2:1)



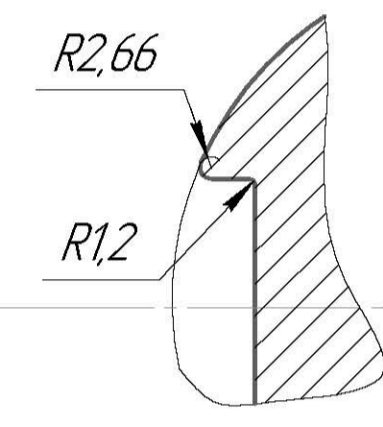
Р-Р(2:1)



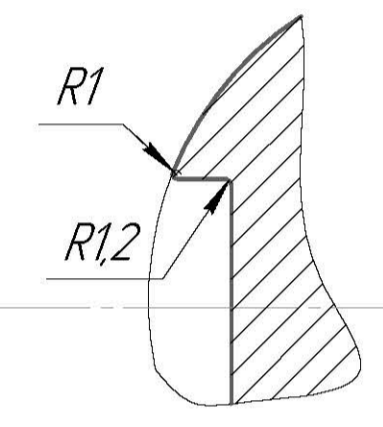
Н-Н(2:1)



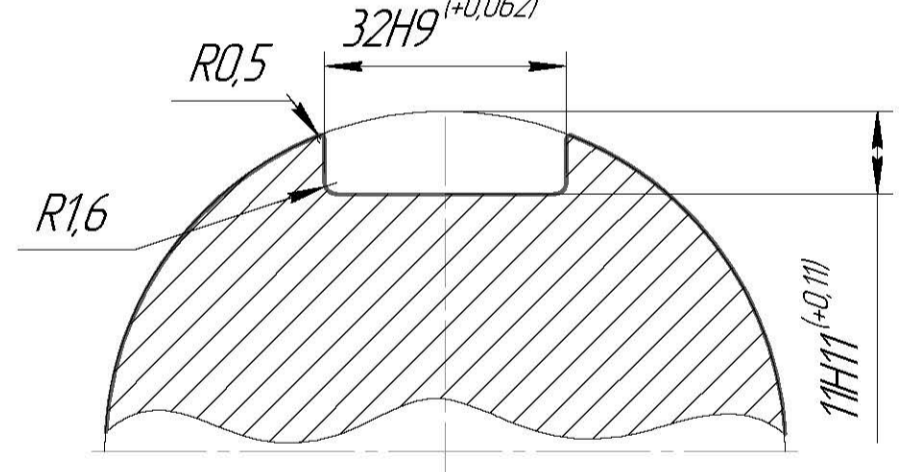
М-М(2:1)



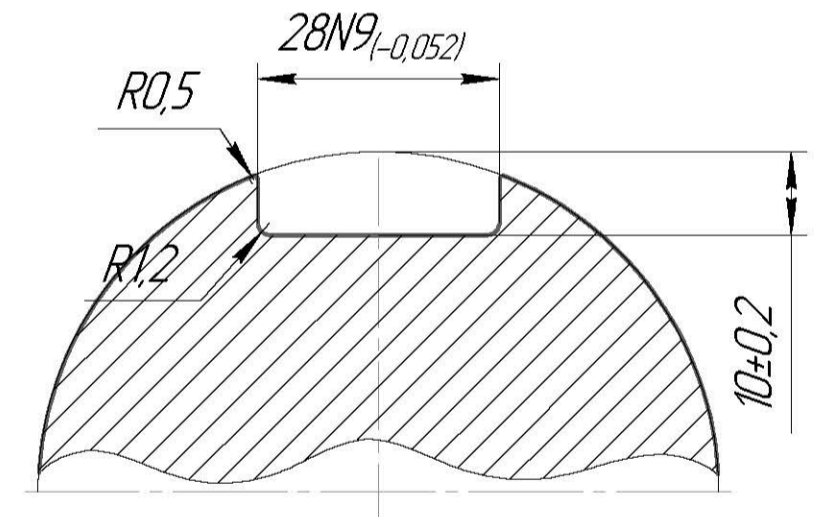
Л-Л(2:1)



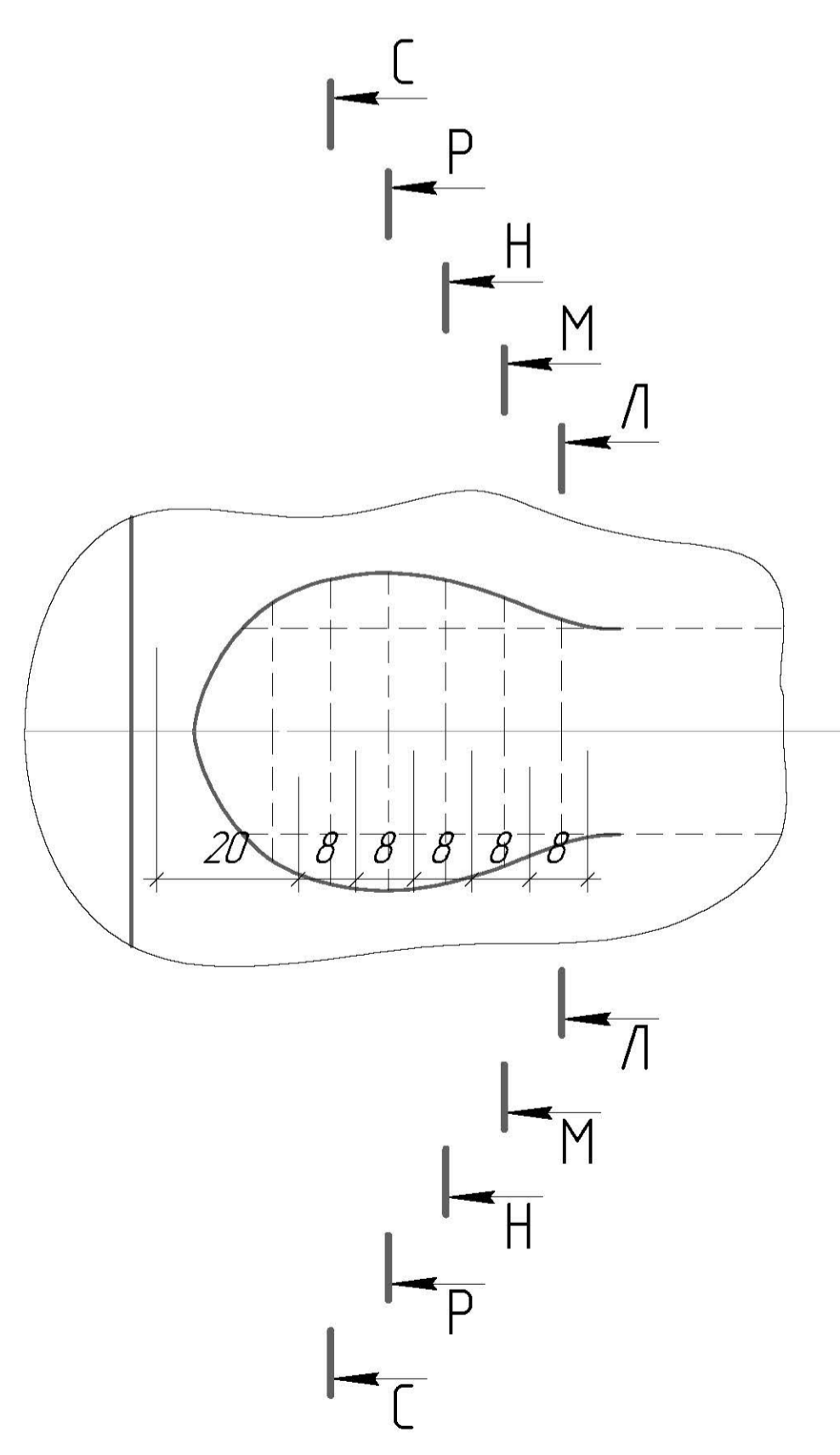
A-A(2:1)



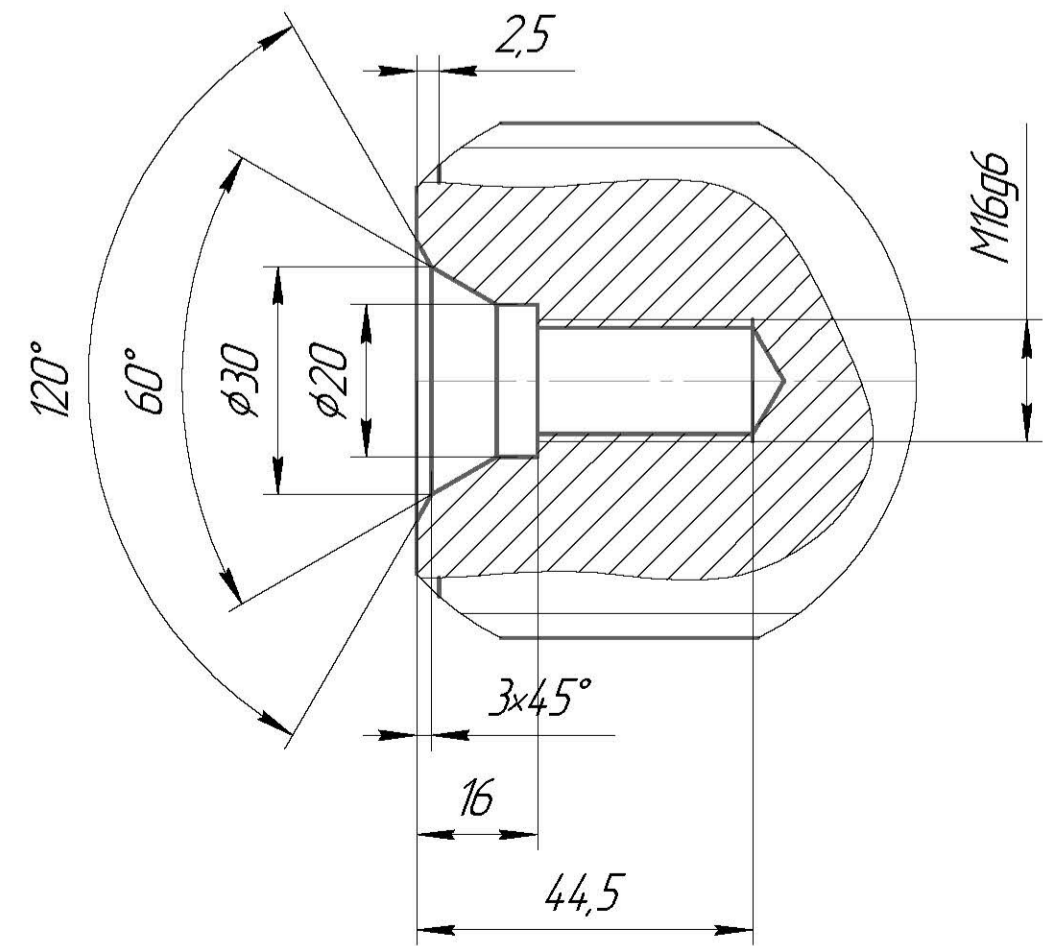
Г-Г(2:1)



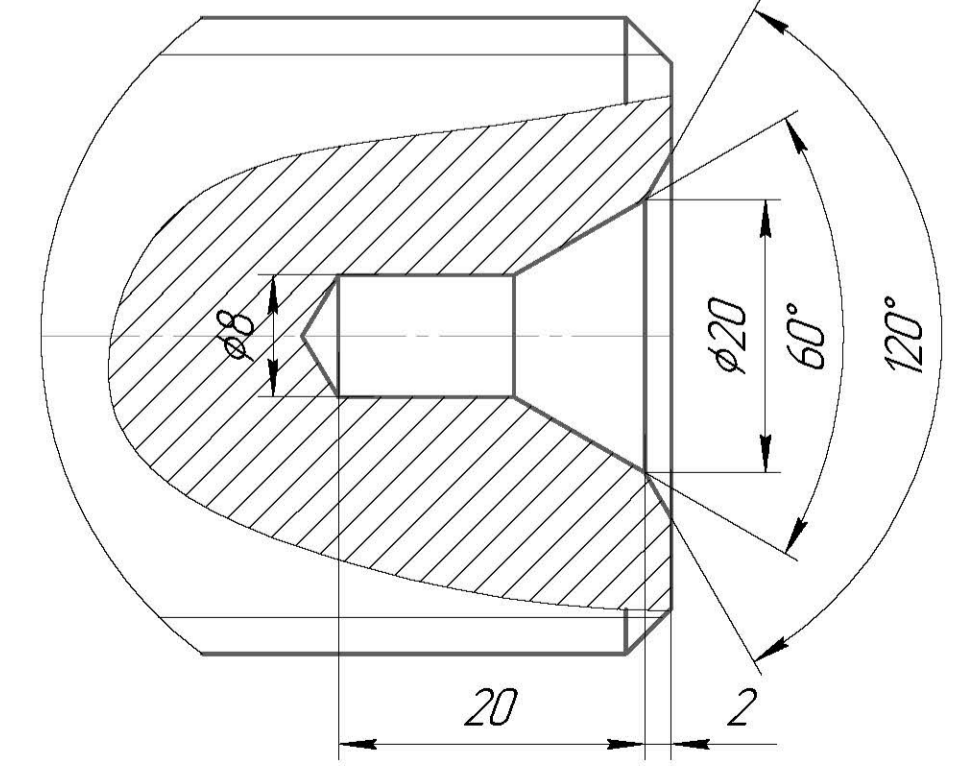
У(2:1)



Б(2:1)



В(2:1)



				ЛФВ-04.238.124.07		
Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса
Разработ	№ докум.	Подп.	Дата		535	1:1
Проект	Материал	ИЗМ.			Лист	Листов
Т.контр.					1	1
Исполн.					Сталь 40 ГОСТ 1050-88 ФГБОУ ВО "ВГУВТ"	
Умб.					Копирован Формат А1	

Лист 1 из 1
 Дата: 12.07.2017
 Проект: ЛФВ-04.238.124.07
 Исполн.: [blank]
 Проверен: [blank]
 Умб.: [blank]

Технико-экономические показатели теплохода Плотовод 617

Показатели	Величина		Именения, %
	Базовое судно I вариант	Модернизируемое судно II вариант	
Пассажировместимость, чел.	7	7	-
Мощность, кВт	544	522	96
Скорость движения, км/ч	20	20	-
Провозная способность, ткм	93600000	93600000	-
Балансовая стоимость, руб.	20000000	26553677	133
Эксплуатационные расходы, руб.	59628065	50786915	85
В том числе на топливо и смазочные материалы, руб.	43502786	35735242	82
Себестоимость перевозок, руб./ткм	0,64	0,54	84
Производительность труда, р/чел.	10697142	10697142	-
Удельные капитальные вложения р/ткм.	0,213	0,283	133
Фондоотдача на 1 руб. капиталовложений, ткм./руб.	3,7	3,1	84
Приведенные затраты, руб./ткм.	0,69	0,61	88
Прибыль от перевозок грузов, руб.	15251935	24093085	158
Рентабельность основных фондов, %	25,6	47,4	185
Рентабельность текущих затрат, %	76	99	130
Срок окупаемости, лет		1,0	

ПФВ-04.238.120.09

Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Федотов В.П.					1:1
Прод.	Матвеев Ю.И.					
Техн. контр.						
Инжен. контр.						
Эксп.						