ВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующим кафедрой
«Технических дисциплин»
(наименование кафедры)

к.т.н.
(ученая степень, звание)

Д.М. Ларинин
(Ф.И.О.)

«____»_____2018 г.

Модернизация энергетической установки нефтеналивного танкера проекта 550А с заменой главных двигателей.
(тема дипломного проекта)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА ПФв-04.207.120.001 ПЗ

Разработал студент _____ Калимуллин А.М.

Руководитель проекта _____ Варечкин Ю.В.

Консультанты:

_____ _____ Ларинин Д.М.
_____ _____ Задровский П.В.
_____ _____ Приходько С.Н.

Нормоконтроль:

_____ _____ _____
(ученая степень, звание) (подпись и дата) (Ф.И.О.)

2018 г.

ВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Кафедра «Технических дисциплин»_____
Специальность 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

У т в е р ж д а ю:
Зав. кафедрой _Д.М. Ларинин____
«____»_____2018 г.

ЗАДАНИЕ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ СТУДЕНТА

Калимуллин Антон Михайлович.
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта (работы)__Модернизация энергетической установки нефтеналивного танкера проекта 550А с заменой главных двигателей.
Утверждена приказом по университету от «___»_____20___г. №_____
2. Срок сдачи студентом законченного проекта _____
3. Исходные данные к проекту: Комплект технической документации на теплоход проекта 550А.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов): 1. Основные характеристики судна. 2. Обоснование необходимости модернизации. 3. Выбор главного двигателя. 4. Гидродинамический расчет. 5. Расчет фундаментов под главные двигателя и реверс редукторы. 6. Расчет системы смазывания. 7. Расчет системы охлаждения. 8. Общесудовые системы. 9. Палубные механизмы. 10. Система пуска и ее оборудование. 11. Технологический процесс установки редуктора и главного двигателя в сборе на фундаментную раму. 12. Охрана труда и пожарная безопасность. 13. Технико-экономический расчет.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) 1.Расположение механизмов и оборудования в МО (А1). 2.Установка фундаментов под ДРА (А1). 3.Технологические карты. 4.Монтаж дизеля с редуктором на судовой фундамент (А1). 5. Вал промежуточный(А1). 6.Система смазывания (А1). 7.Система охлаждения (А1). 8.Винт гребной ТЧ (А1). 9.Технико-экономические показатели (А1).

6. Консультанты по проекту :

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
Технологический	Ларинин Д.М.		
Экономический	Задровский П.В.		
Охрана труда	Приходько С.Н.		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению_____
(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта	Сроки выполнения этапов проекта	Примечание
1	**Рассмотреть вопрос модернизации СЭУ (замена ГД, ДГ, котлоагрегатов, модернизация систем). Произвести расчеты систем СЭУ и оборудования.**	**Декабрь 2017г.- Январь 2018г.**	
2	**Рассмотреть вопросы по охране труда при модернизации СЭУ**	**Январь 2018г.**	
3	**Разработать технологический процесс монтажа нового оборудования.**	**Февраль 2018г.**	
4	**Провести технико-экономическое обоснование модернизационных мероприятий**	**Февраль 2018г.**	

Студент–дипломник_____
(подпись)

Руководитель проекта_____
(подпись)

Содержание:

Введение……...9

1.Основные характеристики судна……...…10

2.Обоснование необходимости модернизации……...……14

3.Выбор главного двигателя……...…..15

4.Гидродинамический расчет……...…....18
4.1. Расчет валопровода……...……..22
4.2. Определение критической частоты вращения вала……...…..24
4.3. Проверка вала на продольную устойчивость……...…25
5.Расчет фундаментов под главные двигателя и реверс редукторы……..…27
5.1. Общее положение……27
5.2. Расчет жёсткости системы «двигатель-фундамент-днищевое перекрытие»……..32
6.Расчет системы смазывания……..37
7.Расчет системы охлаждения……..…39
8.Общесудовые системы……...……40
8.1. Балластная система……..…40
8.2. Пожарная система……...…41
8.3. Осушительная система……..42
8.4. Система водоснабжения……43
8.5. Грузовая система……44
8.6. Система горячеструйного подогрева груза в танках……45
9.Палубные механизмы……47
9.1. Рулевое устройство……47
9.2. Якорное устройство……49
9.3. Спасательное устройство……51
10.Система пуска и ее оборудование……...……52
10.1. Проверочный расчет системы пуска……...…..52
10.2. Объем тифонных баллонов……...……54
10.3. Объем баллонов для вспомогательных двигателей……...…….55
10.4. Компрессоры……..……56
11.Технологический процесс установки редуктора и главного двигателя в сборе на фундаментную раму……57

11.1. Анализ исходных данных……..…..57
11.2. Разработка технологического процесса……..…58
12.Охрана труда и пожарная безопасность……....65
12.1. Общие положения……65
12.2. Размещение модернизационного оборудования в машинном помещение, его установка и освещение……...66
12.3. Техника безопасности при выполнении подъемнотранспортных работ……...67
12.4. Техника безопасности при проведении сварочных работ……68
12.5. Пожарная безопасность……..69
12.6. Эксплуатация СЭУ……..70
12.7. Расчет вентиляции машинного помещения……..72
13.Технико-экономический расчет……76
13.1. Постановка задачи технико-экономических расчетов……..…76
13.2. Расчет затрат на модернизацию……77
13.3. Расчет производственных показателей……..…80
13.4. Расчет эксплуатационных расходов по судну……...83
13.5. Анализ и оценка технико-экономических показателей флота……..…91
Заключение ……93
Библиографический список……..…94
Приложение А. Технологический процесс установки дизель-редукторного агрегата……...…98
Приложение Б. Графический материал……116

Введение

Танкеры относятся к числу наиболее распространенных судов морского и речного транспортного флота. Особенно в последнее время, когда перевозки нефти и нефтепродуктов водными путями являются наиболее выгодными.

Расходы на топливо в общей себестоимости перевозок на водном транспорте составляют 25%, что в значительной мере определяет конкурентоспособность дизеля с другими типами судовых энергетических установок, и поэтому их сокращение имеет большое экономическое значение.

Главной задачей развития водного транспорта является повышение технико-экономических показателей работы флота.

Современное развитие транспортного флота характеризуется созданием высокопроизводительных грузов, буксирных и пассажирских судов: повышением их мощности и скорости хода: оборудованием высокоэффективными и экономичными механизмами, устройствами, системами, средствами автоматизацией и механизацией.

С ростом грузоподъёмности и скорости хода судов увеличивается их энергооснащённость и мощность главных двигателей. В связи с этим судовые энергетические установки, затраты на которые составляют около 35% общей строительной стоимости, оказывают большое влияние на экономические и технико-эксплуатационные показатели флота. Большое влияние на повышение эффективности работы речного транспорта имеет техническая эксплуатация флота: на неё приходится около 50% расходов, отнесённых на себестоимость перевозок грузов и пассажиров.

В эксплуатационных расходах около 50% затрачивается на топливо и масло, поэтому их экономия позволит заметно снизить себестоимость перевозки грузов. В дипломном проекте предложены технические решения, предлагающие для наибольшей полноты использования мощности главных двигателей спроецировать новые гребные винты. На модернизируемом танкере проекта 550-А с этой целью предусматривается замена главных дизелей 8NVD48A на дизеля фирмы 6М20 (6ЧН20/30) .

1 Основные характеристики судна

Судно-прототип: Волгонефть-141

Автор проекта 550А: ССРЗ "Иван Димитров"/Rousse Shipyard (Болгария, г. Русе).

Тип судна: Однопалубный, двухвинтовой, наливной теплоход с двойным дном, двойными бортами, баком и ютом, надстройкой и М.П. в кормовой части, с переходным мостиком в Д.П. судна.

Назначение судна: Перевозка нефтепродуктов I и II классов, также III и IV классов с подогревом в речных условиях. Перевозка в морских условиях нефтепродуктов, допускающих применение инертных газов в грузовых трюмах.

Класс речного регистра: «М»
Плавание допускается при волнении до 5 баллов с ограничением по высоте волны до 2,5 м. и при удалении от места- убежища до 50 миль.

Размеры корпуса судна
Длина:…… 132,5 м.
Ширина:…… 16,5 м.
Высота борта:……. 5,5 м.
Осадка судна кормой при
водоизмещении 6513 т:……. 3,62 м.
Скорость судна с грузом
на глубокой, тихой воде:…….. 20 км/ч.
Мест для экипажа:……. 22
Автономность плавания:…….. 7 сут.
Коэффициент полноты водоизмещения
при осадке 3,5 м.:…… 0,845

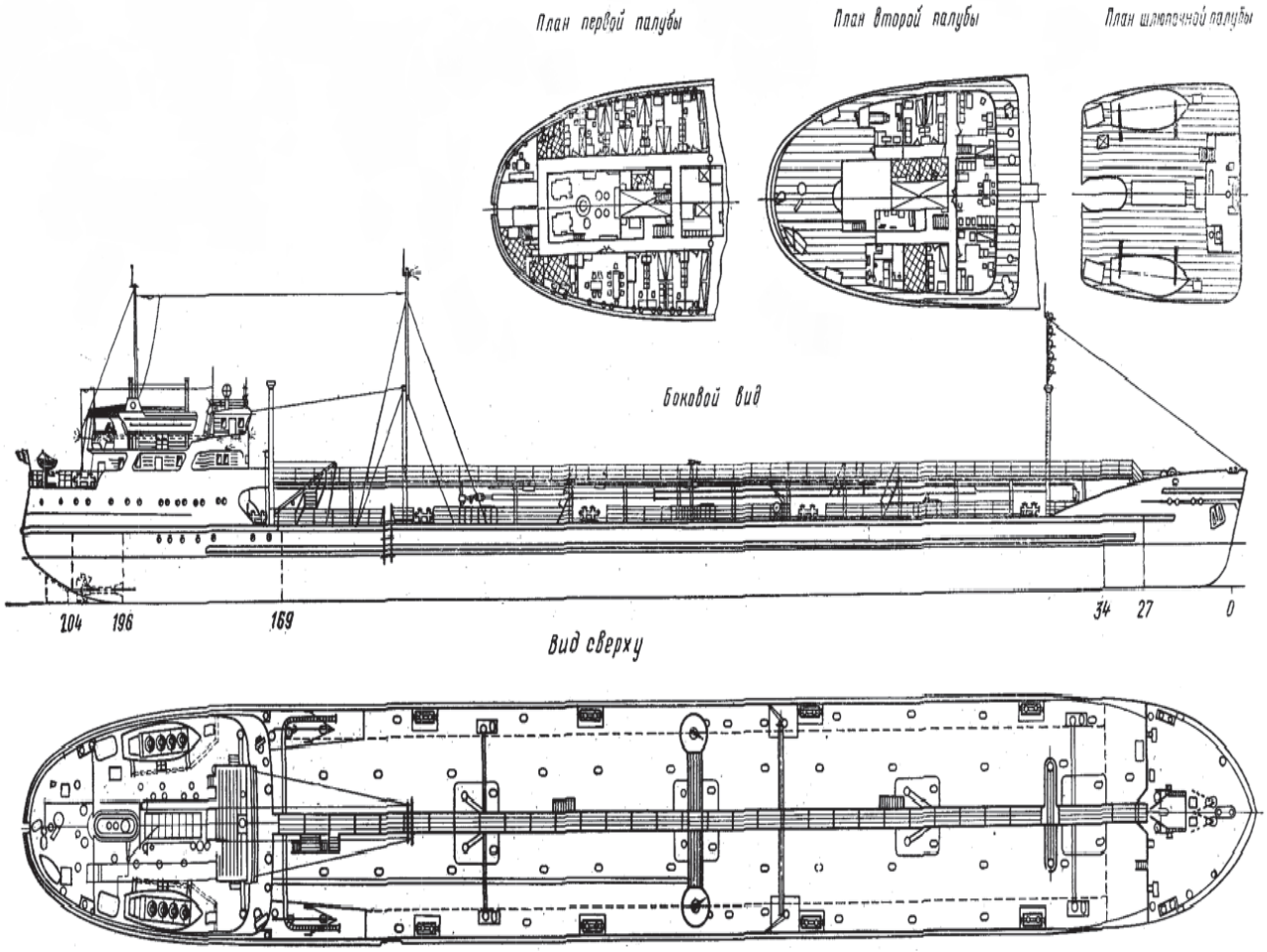


Рисунок 1- Теплоход проекта №550А «Волгонефть»

Главные двигатели:

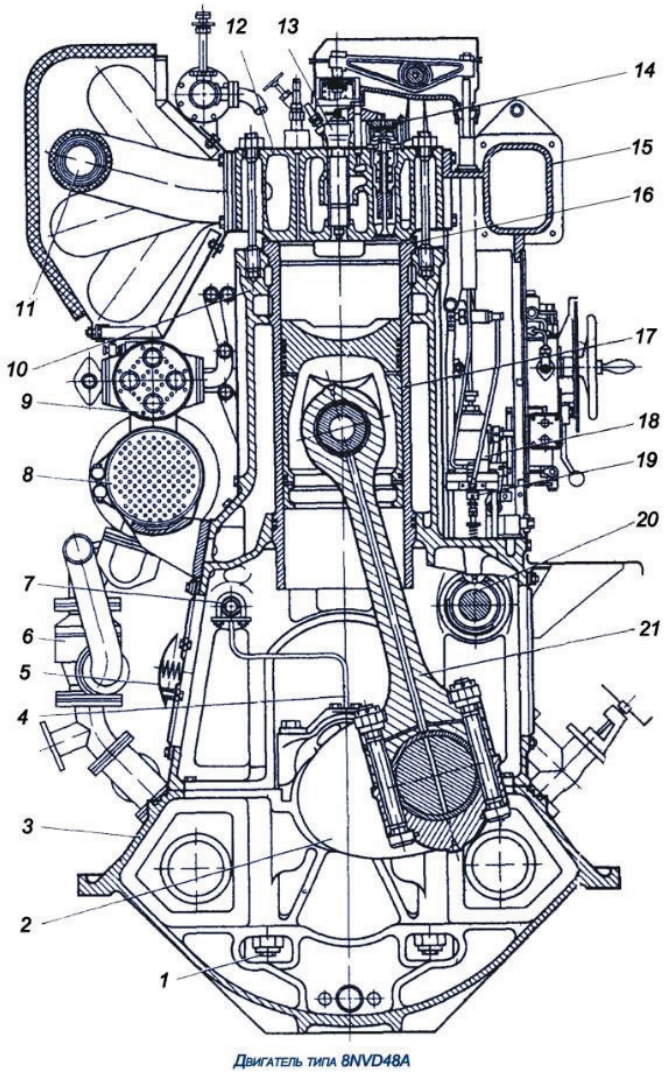
Марка : 8NVD 48A (восьмицилиндровый, вертикальный, тронковый, простого действия, реверсивный, с газотурбинным наддувом).

Количество:…… 2

Номинальная мощность:…… 736 кВт.

Частота вращения:…….. 375 мин$^{-1}$

Удельный расход топлива…….. 238г/кВт·ч



1-анкер; 2-коленчатый вал; 3-фундаментная рама; 4-Масляная трубка; 5-предохранительный клапан; 6-терморегулятор; 7-магистраль; 8-холодильник воды; 9-трубчатый холодильник; 10-блок-картер; 11-выпускной коллектор; 12-крышка цилиндра; 13-форсунка; 14-пусковой клапан; 15-наддувочный(впускной) коллектор; 16-втулка цилиндра; 17-поршень; 18-топливный насос; 19-распределительный золотник; 20-распределительный вал; 21-шатун.

Рисунок 2-ГД 8NDV48A теплохода проекта №550А «Волгонефть»

Вспомогательные двигатели:

Дизель:…….…… 6Ч18/22
Мощность:…… 110 кВт.
Частота вращения:……... 750 мин$^{-1}$
Дизель генератор:…… ДГР-100/750 3шт.
Генератор:……. ГСС 103-8М
Род тока:…… переменный
Напряжение:…….. 400 V
Мощность:……. 100 кВт.

Котельная установка.

Марка: Котлоагрегат КВАГ 1.0/5 котел вспомогательный автоматизированный газотрубный;

Паропроизводительность: ……..… 1000 Ккал/час

Рабочее давление: ……..…….. 0,5МПа

Температура уходящих газов: ……..…… 250 °С

Давление топлива перед форсункой: …… 1.6МПа

КПД: ……..…… 89%

Тип топлива: …… Дизельное ГОСТ 305-82

Тип горелки: …… Механическая форсунка

Габариты: ……..…… 2600х1650х2230 мм

Масса с водой:…….…….. 2700кг

Масса без воды: …… 2100кг

Расход топлива: …… 73 кг/ч

2 Обоснование необходимости модернизации.

Судовая энергетическая установка должна удовлетворять следующим основным технико-экономическим и эксплуатационным требованиям:

- быть экономичной, т.е. строительная стоимость и эксплуатационные затраты на неё должны быть оптимальными;
- ГСЭУ должна обеспечивать заданную скорость хода судна. Обладать достаточно маневренными качествами на всех режимах его движения и иметь высокий моторесурс;
- снабжать потребителей различными видами энергии и холодом при высокой экономичности процессов превращения тепловой энергии в механическую и электрическую;
- процессы управления и регулирования должны быть автоматизированы;
- быть надежной, т.е. иметь оптимальную вероятность безотказной работы, требовать минимальное время на устранение неисправностей и сохранять работоспособность в аварийных ситуациях;
- при работе не оказывать вредного воздействия на обслуживающий персонал, и не загрязнять окружающую среду;
- иметь малые габариты и массу.

Установленные на танкерах проекта 550-А главные двигатели 8NVD48A практически выработали ресурс и устарели морально. Взамен их в качестве главных двигателей предлагается использовать дизели 6М20 (6ЧН 20/30) фирмы МаК.

3 Выбор главного двигателя

Рассмотрим основные характеристики двигателя 6М20 (6ЧН 20/30) фирмы МаК:

1.Тип	МаК 6М20 (6ЧН 20/30)
2.Число цилиндров	6
3.Диаметр цилиндра ,см	20
4.Ход поршня , см	30
5.Рабочий объем , дм^3	56,4
6.Рабочий объем одного цилиндра, дм^3	9,4
7.Степень сжатия	13,6
8.Номинальная мощность, кВт	930
9.Цилиндровая мощность, кВт	155
10.Частота вращения при номинальной мощности, мин$^{-1}$	900
11.Частота вращения при минимальной мощности(пусковая) , мин$^{-1}$	280
12.Удельный расход топлива, г/кВтч	180
13.Удельный расход масла, г/кВтч	1,0
14.Давление сжатия, МПа	13,6
15.Давление сгорания, МПа	16,5
16.Давление наддува при номинальной мощности, МПа	0,24
17.Температура выпускных газов при номинальной мощности, К(°С)	703(430)
18.Угол опережения подачи топлива, град. п.к.в. до ВМТ	14 – 17
19.Порядок работы цилиндров: правая модель правое вращение	1-5-3-6-2-4
20.Средняя скорость поршня , м/с	9
21.Среднее эффективное давление , МПа	2,2
22.Литровая мощность, кВт/л	16,5
23.Масса дизеля с маховиком , кг	9800
24.Удельная масса, кг/кВт	9,5
25.Ресурс до капитального ремонта , ч.	60000
26.Давление пускового воздуха, МПа	1
27.Температура охлаждающей воды	

на выходе из двигателя, К(°С)	333 – 338(60 – 65)
28. Температура масла на входе в двигатель, К(°С)	328 – 338(55 – 65)
29. Способ пуска	пневмостартером

Двигатель МАК 6М20 (6ЧН 20/30) является четырехтактным дизелем простого действия с увеличенным ходом поршня и рядным расположением цилиндров. Особенностями конструкции являются:

-цельный корпус двигателя из чугуна с шаровидным графитом с подвешенным в коренных подшипниках коленчатым валом;

-коррозионностойкие коренные подшипники;

-составной поршень с головкой из жаростойкой стали и юбкой из чугуна с шаровидным графитом; канавки поршневых колец закаленные;

-первое поршневое кольцо с трехсторонним покрытием, второе поршневое кольцо, покрытое специальным приработочным слоем;

-азотированные рабочие втулки;

-охлаждаемые седла выпускных клапанов газораспределения;

-поворотное устройство для выпускных клапанов;

-система охлаждения двигателя - саморегулирующаяся двухконтурная;

-двухтопливная система с применением тяжелого топлива вязкостью до 700 сСт.

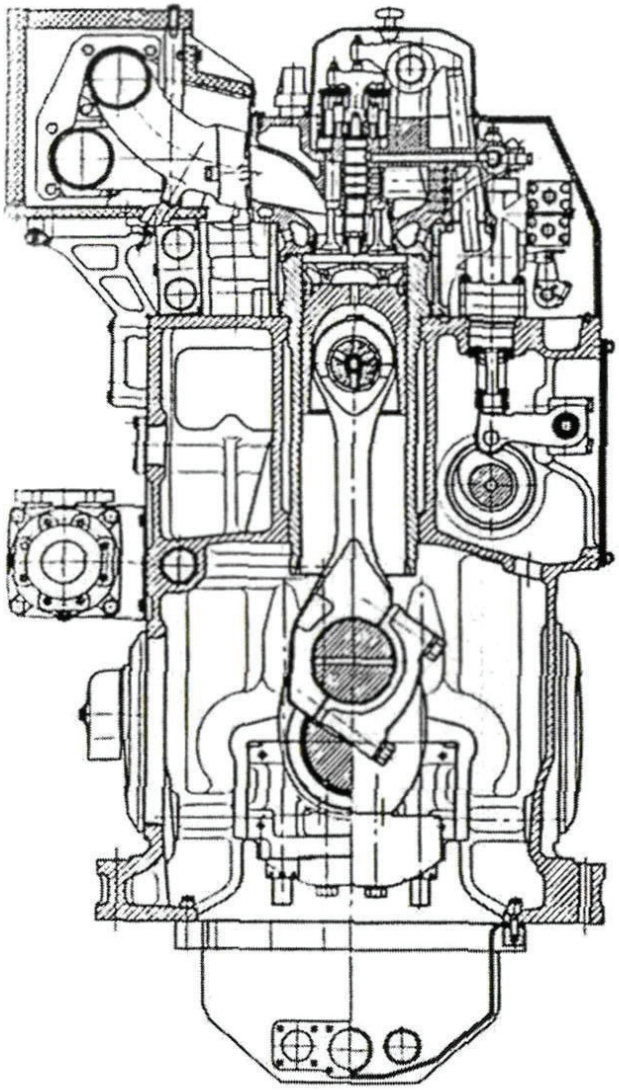


Рисунок 3- Поперечный разрез двигателя
(левая модель, турбокомпрессор ККК К54)

Для снижения частоты вращения между главным двигателем и гребным валом необходимо установить реверс-редуктор типа WVS, передаточное отношение которого 2,4 : 1 и номинальный крутящий момент 62 кН·м.

4 Гидродинамический расчет

Целью расчета является определение оптимальных элементов движителя при заданных условиях движения судна и действия энергетической установки, проверка совместной работы корпуса, движителя и двигателя, получение паспортных характеристик судна и разработка программы стендовых испытаний вновь установленных двигателей или дизель-редукторных агрегатов.

Главные измерения корпуса судна:

Длина:……..L = 132,6 м.

Ширина:……..B = 16,5 м.

Осадка кормой при водоизмещение 6310т.:…….Тк = 3,62 м.

Коэффициент общей полноты водоизмещения:……..δ = 0,845

Число гребных винтов:……x=2 шт.

Величина сопротивления воды движению судна с заданной скоростью выражают формулой:

$$R = \xi \times \frac{\rho}{2} \times S \times \upsilon^2$$

где: ξ- безразмерный коэффициент сопротивления воды движению судна;

ρ- плотность воды, т/м³

S- площадь смоченной поверхности корпуса судна, м²;

Величина смоченной поверхности корпуса судна при δ ≥ 0,7 выражается формулой:

$$S = L(0{,}8 \times \delta + 0{,}2) \times (B + 2T\kappa)$$

Безразмерный коэффициент сопротивления воды движению судна:

$$\xi = \frac{2Pe \times X \times \eta_п \times \eta_{вл} \times \eta_{пр}}{\rho \times S \times \upsilon^3}$$

где: $\eta_п$- коэффициент полезного действия передачи от двигателя к движителю;

$\eta_{вл}$- коэффициент полезного действия валопровода;

$\eta_{пр}$- пропульсивный коэффициент полезного действия винтов;

Ре- эффективная мощность главных двигателей, кВт.;

υ - скорость движения судна, м/с.

Пропульсивный коэффициент полезного действия винтов определяется по формуле:

$$\eta_{np} = \frac{1-t}{1-\psi} \times \eta_p$$

где: t- коэффициент засасывания;

Ψ- коэффициент попутного потока;

η_p- расчетный коэффициент полезного действия винта;

Коэффициент попутного потока находим по формуле:

$$\psi = 0{,}5 \times \delta - 0{,}16$$

Коэффициент засасывания определяем по формуле:

$$t = 0{,}8 \times \psi \times (1 + 0{,}25 \times \psi)$$

Исходные данные:

Тип судна:…… танкер
Длина:……... 132,5 м.
Ширина:…… 16,5 м
Осадка кормой:……. 3,6 м
Коэффициент полноты водоизмещения:…… 0,845
Движитель:…….. открытый винт
Количество гребных винтов:……2
Местонахождения движителя:……. бортовые винты
Скорость в грузу:…….. 20 км/ч
Признак кормовой оконечности:…… обычная корма

Таблица 1 Зависимость сопротивления от скорости движения судна.

V, км/ч	Сопротивление, кН	V, км/ч	Сопротивление, кН
1	0,4	16	95,3
2	1,5	17	107,5
3	3,3	18	120,6
4	6,0	18	134,3
5	9,3	20	148,8
6	13,4	21	164,1
7	18,2	22	180,1
8	23,8	23	196,8

Продолжение таблицы 1

9	30,1	24	214,3
10	37,2	25	232,6
11	45,0	26	251,5
12	53,6	27	271,3
13	62,9	28	291,7
14	72,9	29	312,9

Таблица 2 - Результаты гидродинамического расчета:

	Диаметр винта, м			
	D min 1,80	D 2 2,10	D 3 2,40	D max 2,70
Коэффициент упора-диаметра	0,969	1,130	1,292	1,453
К.П.Д.	0,47	0,58	0,60	0,63
Относительная поступь	0,40	0,55	0,60	0,68
H/D	0,83	0,95	1,00	1,05
Частота вращения, сек$^{-1}$	5,96	3,71	2,98	2,34
Частота вращения, мин$^{-1}$	357,41	222,80	178,71	140,16
Мощность, подведенная к винту, кВт	779,65	669,72	654,06	632,44
Эффективная мощность	797,58	684,25	668,10	645,81

Коэффициент попутного потока:…….0,26
Коэффициент засасывания:……..0,23
Расчет элементов движителя на полное использование мощности:

Тип судна:…… танкер
Движитель:…….. открытый винт
Количество гребных винтов:……2
Число лопастей:……..4
Дисковое отношение:…….0,70
Коэффициент попутного потока:……...0,26
Коэффициент засасывания:…….0,23
Заданная скорость:……..…20,70 км/ч
К. П. Д. валопровода:……...0,97

К. П. Д. передачи:……1,00
Мощность одного двигателя:……930 кВт
Плотность воды:……..1,00 т/м³
Расчетный диаметр винта:……..1,80 м

Таблица 3 Результаты последнего приближения:

Относительная поступь	0,38
К. П. Д. винта	0,49
Шаговое отношение движителя	0,76
Дисковое отношение	0,70
Достижимая скорость судна	20,70 км/ч

Таблица 4 - Ограничительная характеристика двигателя:

	Режим работы, р				
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Частота вращения, мин$^{-1}$	360,0	540,0	720,0	900,0	1080,0
Мощность ограничительная, кВт	372,0	558,0	744,0	930,0	1116
Мощность винтовая, кВт	119,2	258,3	520,0	930,0	1523

Таблица 5 - Ходовые характеристики при постоянных теплотехнических параметрах:

	Относительная поступь.				
	0	0,2	0,4	0,6	0,8
Частота вращения, мин$^{-1}$	344,7	357,8	401,8	469,9	677,8
Мощность, кВт	353,2	824,1	1295	1766	2237
Упор движителей, кН	202,3	176,2	135,3	87,2	0,0
Скорость относ. воды, м/с	0,0	2,1	4,8	8,5	16,3
Скорость, м/с	0,0	2,9	6,5	11,4	22,0
Скорость, км/ч	0,0	10,4	23,5	41,2	79,1

Таблица 6 - Характеристика судна при постоянных частотах вращения.

	Относительная поступь.				
	0	0,2	0,4	0,6	0,8
Частота вращения 900 мин$^{-1}$					
Мощность двигателя, кВт	2273	2034	1436	897,3	229,1
Полезный упор, кН	239,4	193,6	117,8	55,5	0,0
Скорость судна, км/ч	0,0	10,9	21,9	32,8	43,8
Частота вращения 810 мин$^{-1}$					
Мощность двигателя, кВт	1770	1684	1118	696,7	232,9
Полезный упор, кН	202,6	163,9	99,7	47,0	0,0
Скорость судна, км/ч	0,0	10,1	20,1	30,2	40,3
Частота вращения 720 мин$^{-1}$					
Мощность двигателя, кВт	1347	1206	851,0	531,9	177,3
Полезный упор, кН	168,9	136,6	83,1	39,2	0,0
Скорость судна, км/ч	0,0	9,2	18,4	27,6	36,8
Частота вращения 630 мин$^{-1}$					
Мощность двигателя, кВт	997,9	892,9	630,3	333,9	331,3
Полезный упор, кН	138,3	111,8	68,3	32,1	0,0
Скорость судна, км/ч	0,0	8,3	16,6	24,0	33,3
Частота вращения 540 мин$^{-1}$					
Мощность двигателя, кВт	714,8	639,5	451,4	282,2	94,1
Полезный упор, кН	110,7	89,5	54,5	25,7	0,0
Скорость судна, км/ч	0,0	7,4	14,9	22,3	29,8

4.1 Расчет валопровода

В состав валопровода проектируемой энергетической установки входит:

1. Движительный комплекс;
2. Опорный подшипник кронштейна;
3. Опорный подшипник дейдвуда;
4. Гребной вал;
5. Опорно-упорный подшипник;
6. Промежуточный вал;
7. Главный двигатель.

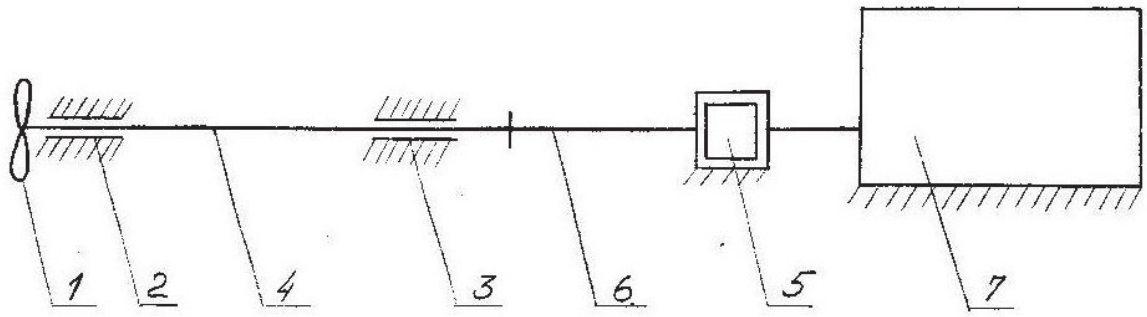


Рисунок 3.1- Схема валопровода

Расчет диаметров валов.

Судовой валопровод работает в сплошном напряженном состоянии. Согласно Правил Регистра минимальный диаметр промежуточного вала определяется по формуле:

$$d_{пр} = \alpha \times \sqrt[3]{\frac{Pe}{n} \times (1+\kappa)}$$; где

Ре= 930 кВт- мощность, передуваемая промежуточным валом;

n= 375 мин$^{-1}$- частота вращения;

к - коэффициент учитывающий неравномерность крутящего момента;

$\kappa = (d-1) \times g$; где

d=2,15; g=0,4

$$\kappa = (2{,}15-1) \times 0{,}4 = 0{,}46$$

Диаметр промежуточного вала:

$$d_{пр} = 93 \times \sqrt{\frac{930}{900} \times (1+0{,}46)} = 140{,}3 \text{ мм},$$

Диаметр вала принимаем в соответствии с ГОСТ 8256-72 равным dпр=140мм.

Диаметр промежуточного вала судна-прототипа:

$$d_{пр} = 93 \times \sqrt{\frac{736}{375} \times (1+0{,}46)} = 132 \text{ мм}.$$

Минимальный диаметр гребного вала определяем по формуле:

$d_г = 1{,}1 \times d_{пр} + K_г \times D$; где

$K_г$=7- коэффициент для вала со сплошной облицовкой;

$d_г = 1{,}1 \times 140 + 7 \times 1{,}8 = 167$ мм;

Для судна-прототипа:

$d_г = 1{,}1 \times 132 + 7 \times 1{,}8 = 158$ мм;

Диаметр гребного вала судна-прототипа равен 200 мм, что больше минимального расчетного диаметра вала на 26,6%.

Диаметр гребного вала проектируемого судна, с учетом запаса прочности (25%) равен: $d_г$= 209 мм. Согласно ГОСТ 8256-72, диаметр гребного вала равен $d_г$= 210 мм.

Толщину бронзовой облицовки выла определяем по формуле:

$S_0 = 0{,}03 \times d_г + 7{,}5 = 0{,}03 \times 210 + 7{,}5 = 13{,}8$ мм; Принимаем S_o= 14 мм.

Диаметр шейки гребного вала: $d_{гш}$=215 мм; Конус под гребной винт и съемный фланец 1:15.

4.2 Определение критической частоты вращения вала

Проверяем валопровод на критическую частоту вращения от поперечных колебаний по формуле:

$$n_{кр} = \left[1 - 3{,}3 \times \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^3 \times \left(\frac{g_2}{g_1}\right)\right] \times \frac{30 \times \pi}{l_1^2} \times \sqrt{\frac{E \times J \times g}{g_1}}$$, где

l_2= 1,3 м- расстояние от середины опоры в кронштейне, до центра массы гребного винта;

l_1=7,7- остальная длина гребного вала;

E= 2,16×10² кН/м²- модуль упругости для стали;

J- эквивалентный момент инерции сечения вала относительно его оси;

$$J = \frac{\pi \times d_г^4}{64} = \frac{3{,}14 \times 0{,}210^4}{64} = 9{,}5 \times 10^{-5}\ м^2;$$

g= 9,8 м/с²- ускорение свободного падения;

g_1- нагрузка вала, отнесенная к 1 пог. м.

$$g_1 = 6 \times d_г = 6 \times 0{,}210 = 1{,}265$$ кН×м;

g_2- равномерно распределенная нагрузка от винта и части гребного вала;

$$g_2 = \frac{G_в}{l_2} \times g_1 \text{; где}$$

$G_в$- нагрузка гребного винта;

$$G_в = 1{,}47 \times D_в^3 \times \theta \text{; где}$$

$D_в$= 1,8 м- диаметр винта;

Θ= 0,7- дисковое отношение;

Определяем критическую частоту вращения:

$$n_{кр} = \left[1 - 3{,}3 \times \left(\frac{1{,}3}{7{,}7}\right)^3 \times \left(\frac{5{,}84}{1{,}265}\right)\right] \times \frac{30 \times 3{,}14}{7{,}7^2} \times \sqrt{\frac{2{,}16 \times 10^8 \times 9{,}5 \times 10^{-5} \times 9{,}18}{1{,}265}} = 587{,}6 \text{ мин}^{-1}.$$

Критическая частота вращения вала должна быть значительно больше ее номинального значения, то есть должно выполнятся неравенство:

$$\frac{n_{кр} - n_н}{n_н} \times 100\% \geq 20\%;$$

$$\frac{587{,}6 - 375}{375} \times 100\% \geq 20\%;$$

$56{,}7\% \geq 20\%$ - условие выполняется.

4.3 Проверка вала на продольную устойчивость

Пролет вала между опорами рассматриваем как вращающийся стержень, сжатый силой упора гребного винта и свободно лежащего на двух опорах.

Необходимость проверки на продольную устойчивость определяют по гибкости вала:

$$\lambda = \frac{l_{max}}{i} \text{; где}$$

l_{max}= 7,7 м- длина вала между опорами;

i- радиус инерции сечения вала;

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} \text{; где}$$

$J = 9{,}5 \times 10^{-5}$- эквивалентный момент инерции сечения вала;

F- площадь поперечного сечения вала;

$$F = \frac{\pi \times d_г^2}{4} \text{; отсюда}$$

$$i = \sqrt{\frac{4 \times 9{,}5 \times 10^{-5}}{3{,}14 \times 0{,}210^2}} = 0{,}052 \text{ м;}$$

$$\lambda = \frac{7{,}7}{0{,}052} = 147 \cdot$$

Так как $\lambda \geq 80$, то критическую силу определяем по формуле:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \times E \times J}{l_{\max}^2} \times \left(1 - \frac{n_н^2}{n_{кр}^2}\right);$$

$$P = \frac{3{,}14^2 \times 2{,}16 \times 10^8 \times 9{,}5 \times 10^{-5}}{7{,}7^2} \times \left(1 - \frac{375^2}{587{,}6^2}\right) = 2024{,}6 \text{ кН}$$

коэффициент запаса устойчивость должен быть:

$$K = \frac{P_{кр}}{P_н} \geq 2{,}5 \text{; где}$$

$P_н$= 239,4 кН- номинальный упор гребного винта;

$K = \frac{2024{,}6}{239{,}4} = 8{,}5 \geq 2{,}5$ - условие выполняется.

5 Расчет фундаментов под главные двигателя и реверс редукторы

5.1 Общее положение

Фундамент под главный механизм – корпусная конструкция, предназначенная для установки и закрепления на судне энергетического оборудования.

Фундамент должен состоять из двух продольных вертикальных связей (стенок), подкреплённых бракетами и кницами, и верхних опорных листов (поясков), предназначенных для непосредственно крепления к ним механизмов.

При необходимости фундаменты могут иметь по две продольные стенки с каждого борта.

Фундаменты под главные механизмы (за исключением фундаментов, обеспечивающую повышенную виброизоляцию) должны:

- иметь прочную и жёсткую конструкцию, обеспечивающую неподвижное крепление механизма;

- быть жёстко закрепленными в корпусе и размещёнными таким образом,

чтобы действующие нагрузки равномерно распределялись на возможно большую часть покрытия;

- обеспечивать отсутствие недопустимых вертикальных и горизонтальных перемещений механизма;

- обеспечивать отсутствие прогиба механизмов свыше допустимых пределов;

- иметь высокий уровень стандартизации и унификации конструктивных элементов.

Минимальная толщина (S) деталей фундаментов под двигатели внутреннего сгорания с частотой вращения свыше 750 мин$^{-1}$ должны быть не менее определенной по формуле:

$$S = 1{,}2a\sqrt[3]{0{,}33Q \div 0{,}018N \div 0{,}7 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot d^2} + \Delta S, \text{мм},$$

где a=4,65 – коэффициент;

Q=9,8 – масса механизма, т;

N=930 – мощность механизма, кВт;

Z=18 – количество крепёжных болтов;

D=24 – диаметр крепёжного болта, мм;

ΔS=0 – поправка в соответствии с таблицей.

Таблица 5.1 - Значение поправки $\Delta S = f(n)$

Частота вращения (n), мин$^{-1}$	ΔS, мм
От 750 до 1000	0
Св. 1000 ″ 1500	2
″ 1500 ″ 200	4
″ 2000	6

$S = 1{,}2 \cdot 4{,}65\sqrt[3]{0{,}33 \cdot 9{,}8 \div 0{,}018 \cdot 930 \div 0{,}7 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 24} + 0 = 23{,}6$мм.

Толщина платика назначается в зависимости от длины опорного листа (L, мм) не менее, мм:

при $L \leq 3 - S = 14$; $L > 3 - S = 20$.

Толщина платиков должна быть достаточной, чтобы после обработки платик имел толщину не менее 4мм. Толщина платика не входит в толщину опорной поверхности.

При установке фундаментов в районе (машинно-котельного отделения) продольные стенки фундаментов следует совмещать с днищевыми стрингерами; при несовмещении – установка одной из продольных стенок фундамента

под основным стрингером обязательна. В плоскости другой продольной стенки фундамента должен быть предусмотрен дополнительный стрингер. Допускается в случае невозможности совмещения продольных стенок фундамента с основными днищевыми стрингерами устанавливать дополнительные стрингеры под каждой стенкой фундамента.

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

Кницы, устанавливаемые с наружной стороны стенки, должны выступать за свободную кромку опорного листа на величину не менее 0,6H = 0,6·308=184,8.

Если между стенками фундамента имеется углубление под картер двигателя, то с внутренней и наружной стороны стенки следует подкреплять кницами в соответствии с чертежом:

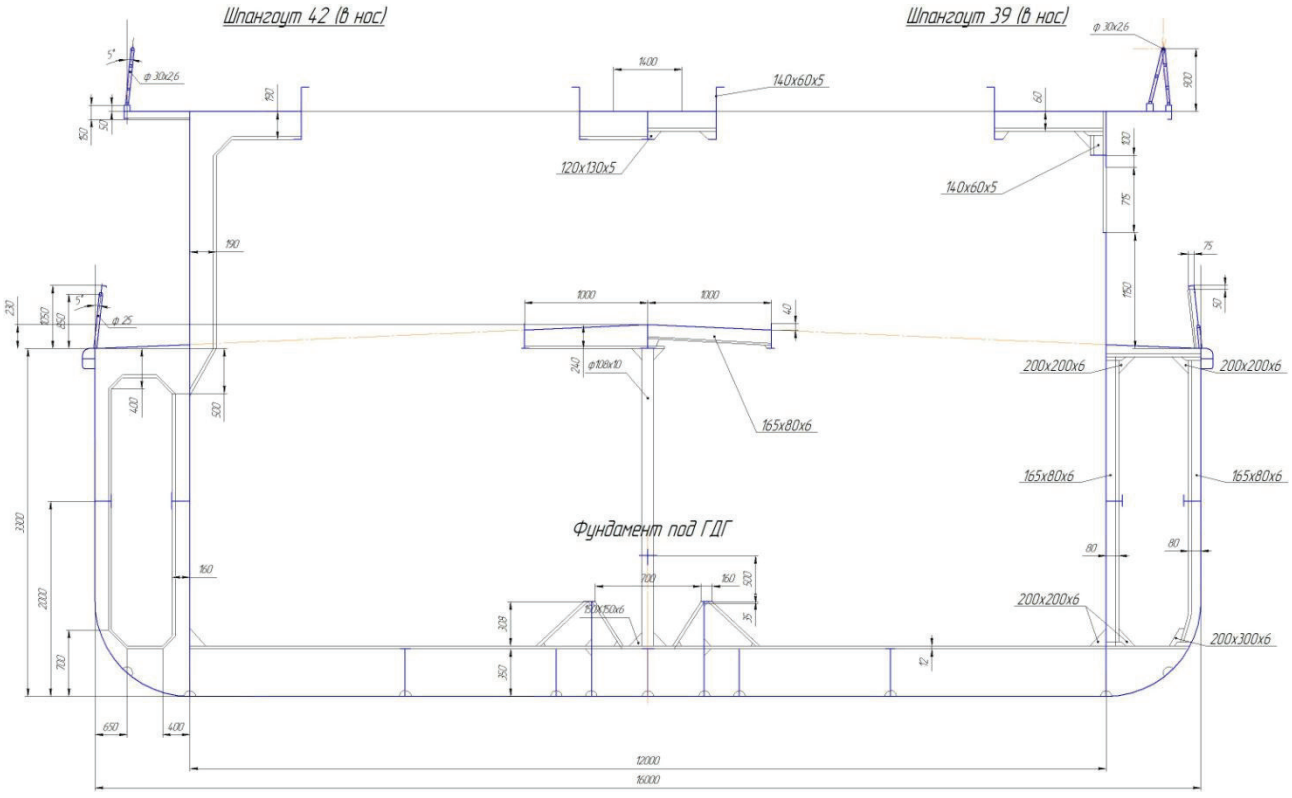


Рисунок 6 - Установка фундамента под ДРА

Если стенки фундамента под амортизированный двигатель устанавливаются на настиле второго дна, не имеющего углубления под катер двигателя, то они должны быть соединены между собой бракетами на каждом флоре. Для неамортизированных двигателей бракеты могут быть установлены реже.

На суднах внутреннего плавания и морских судах без двойного дна фундаменты следует устанавливать на днищевом наборе.

Стрингер или кильсон, являющийся одновременно и стенкой фундамента, должен иметь толщину не менее толщины вертикального киля или толщину, определённую по графику на чертеже 6 в зависимости от типа механизма, при этом принимается большее значение.

Свободные кромки бракет и книц, подкрепляющих вертикальные стенки фундамента, должны быть подкреплены поясками или иметь отодвинутый фланец.

Ширина поясков книц и бракет должна быть равна десяти их толщинам, но не более 120 мм.

Концы бракет и книц фундаментов под малооборотные двигатели должны быть оформлены в соответствии с чертежом и таблицей (см. ниже).

Таблица 5.2

S	C	Cl
От 6 до 14 включ.	15	20
″ 16 ″ 22 ″	20	30
Св. 24	30	50

Не допускается приварка поясков к стенкам и опорным листам фундаментов и к насилию перекрытия.

Длина свободной кромки кницы, не подкреплённой пояском или фланцем, не должна превышать

$$L = \frac{70S}{\sqrt{R_{ен}}} \text{ см;}$$

где: S=2,36 – толщина кницы,мм;

$R_{ен}$=3700 – предел текучести, МПа.

$$L = \frac{70 \cdot 2{,}36}{\sqrt{3700}} = 2{,}71 \text{см.}$$

Свободные концы поясков или фланцев книц следует срезать ″на ус″ на длине, равной ширине пояска кницы; размер притупления принимается не более трёх толщин стенки кницы или 40 мм, в зависимости от того, что больше.

Фундаменты следует проектировать с таким расположением на судне, чтобы количество дополнительных подкреплений было минимальным.

В районе МП набор корпуса должен быть усилен с целью увеличения жесткости и прочности корпусных конструкций, близлежащих к фундаментам.

В районе главных механизмов необходимо предусматривать дополнительные стрингеры или полустрингеры, которые следует устанавливать под продольным и фундаментными стенками, если они не попали на основные стрингеры.

Это условие применимо ко всем типам судов при любой системе набора.

Расположение, количество и размеры дополнительных стрингеров и полустрингеров должны обеспечивать равномерное распределение массы, воспринимаемых нагрузок и необходимую жесткость конструкции.

Толщина основных и дополнительных стрингеров под продольными стенками фундамента при отсутствии второго дна должна быть не менее толщины вертикального киля, а толщина (пояска) на 2 мм. больше толщины стенки.

Толщина дополнительных стрингеров и полустрингеров при наличии второго дна должна быть равна толщине основных стрингеров. Толщина основных стрингеров должна быть не менее толщины флоров в районе МП.

Для уменьшения вибрации, обусловленной работой неуравновешенных главных механизмов, рекомендуется:

- установка главных механизмов на амортизаторы;

- исключение возможности совпадения частот низких тонов главных свободных колебаний корпуса с частотами основных (первого и второго)

порядков неуравновешенных усилий механизмов на рабочих режимах;

- рациональное размещение механизма по длине судна, если механизм не уравновешен по силам инерции;

- установка связей верхнего крепления остова малооборотных главных механизмов с конструкциями корпуса судна;

- использование форменных конструкций или установка пиллерсов с целью увеличения жесткости днищевых перекрытий, расположенных в районе установки главных механизмов;

- установка дополнительных усиленных рам (флоров)

- подкрепление пластин обшивки корпуса установкой дополнительных ребер жесткости, а также увеличение жесткости ребер, являющихся опорным контуром для фундаментов под главные механизмы;

- конструктивно рациональное оформление узлов креплений связей в местах продольного и поперечного набора, создание замкнутых контуров.

5.2 Расчёт жёсткости системы «двигатель-фундамент-днищевое перекрытие»

Исходные данные для расчёта.

$\ell_{отс}$=1100- длина отсека МП;

$\ell = 247$ см- длина фундамента, принимаемая равной длине опорной поверхности двигателя;

$\ell_{н}$=300см- расстояние двигателя от носовой переборки МП;

$b_{д}$ =880см- ширина перекрытия посредине опорной поверхности двигателя;

b_1= 880см- ширина перекрытия на расстоянии от носовой переборки МП;

b_2=880см- ширина перекрытия посредине отсека МП;

b_3=880см- ширина перекрытия на расстоянии от кормовой переборки МП;

$J_ф$=2,1·10^{6}см^4 – момент инерции флора;

$F_ф$=96см^2 – площадь стенки флора;

J_i – момент инерции продольных балок перекрытия вне района фундамента;

J_i^* - момент инерции продольных балок перекрытия в районе фундамента;

F_i^*- площадь стенок продольных балок перекрытия в районе фундаментов;

E = 2,1·10^6 кг/см^2 – модуль нормальной упругости материала перекрытия;

$H_ф$ = 32см – толщина опорного листа;

S=1,2см- толщина опорного листа;

S_1=1,2см – толщина стенки фундамента;

J-момент инерции ребра;

$d_б$ = 2см- диаметр фундаментных болтов;

$l_ш$ =24 см- шаг фундаментных болтов;

$l_б$ = 12 см- длина растягивающейся части болта;

$E_б$= 2,1·10^{6}кг/см^2 – модуль нормальной упругости материала болтов;

l = 247 см – длина опорной поверхности двигателя;

S =30см – ход поршня;

D=20 см – диаметр цилиндра;

$i_ц$ =6 – число цилиндров;

$M_{дв}$=2,1·10^6 – внутренний неуравновешенный момент в двигателе, изгибающий его в вертикальной плоскости;

$Q_к$= 19600 кг – масса всех двигателей, входящих в состав главной энергетической установки;

$E_{дв}$=1,16·10^6 – модуль нормальной упругости материала, из которого изготовлен остов двигателя;

$K^*_σ$=5,9 – коэффициент концентрации напряжений в верхней части блока цилиндров двигателя.

Вычисление моментов инерции связей днищевого перекрытия и фундамента судна: эскиз поперечного сечения

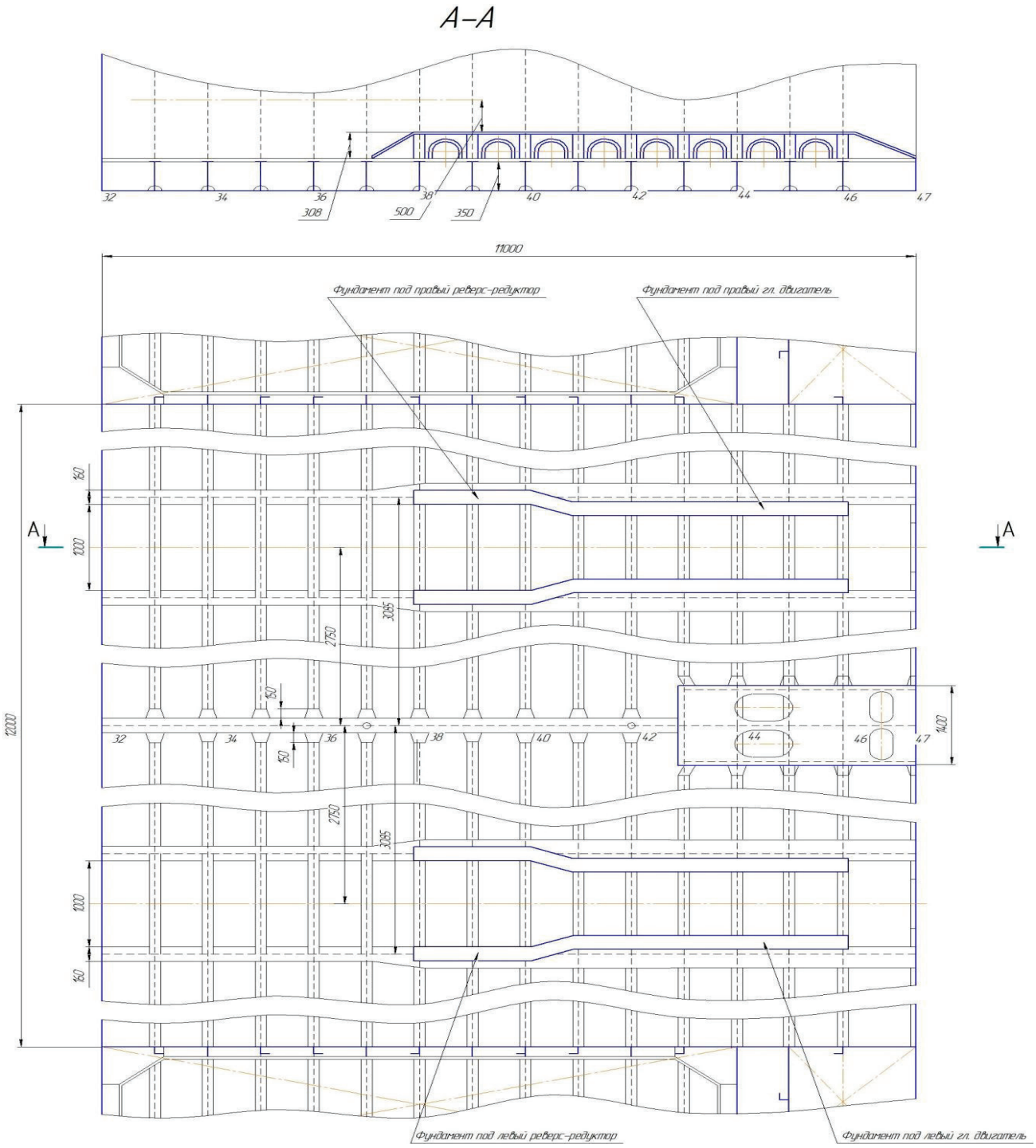


Рисунок 7 - Установка фундамента под ДРА

$F = в \cdot h$, $z = h_2 + \frac{h1}{2}$, $Fz = F \cdot z$, $Fz^2 = F \cdot z^2$, $J = \frac{в \cdot h^3}{12} + Fz$.

Позиция 1: размеры, мм, 35, 160, F, см^2,=80,4; z, см,=68,75; Fz, см^3,=3850; Fz^2, см^4,=264687,5.

Позиция 2: размеры, мм,670, 12; F, см^2, =80,4; z, см,=33,5; Fz, см^3,=2693,4;

Fz^2, см^4,=90228,9; J, см^4,=303456.

Позиция 3 : размеры, мм, 12, 1750, F, см^2,=210; z, см,=35,6; Fz, см^3,=7476;

Fz^2, см^4,=266145,6.

Позиция 4: размеры, мм, 12, 370; F, см^2, =44,4; z, см,=35,6; Fz, см^3,=1580,64;

Fz^2, см^4, = 56270,78.

Позиция 5 : размеры, мм, 7, 370; F, см^2, =25,9; z, см, =0; Fz, см^3,=0; Fz^2, см^4, =0.

Позиция 6 : размеры, мм, 7, 1750; F, см^2, =122,5; z, см, =0; Fz, см^3, =0; Fz^2, см^4, =0.

Статистический прогиб фундамента под действием массы двигателя и давления воды следует определять путём приведения днищевого перекрытия МО к балке на упругом основании с параметрами, определяемыми по формулам 1 и 2.

Момент инерции приведённой балки:

1) $J_{пр} = J_o + K^* \cdot (J^* - J_o)$,

где: $K^* = \frac{l}{l_{отс}} - \frac{1}{2\pi} \cdot [\sin \cdot (\frac{2\pi \cdot (l_н + l)}{l_{отс}}) - \sin \cdot (\frac{2\pi \cdot l_н}{l_{отс}}) = \frac{247}{1100} - \frac{1}{2 \cdot 3,14}$

$\cdot [\sin \cdot (\frac{2 \cdot 3,14 \cdot (300+247)}{1100}) - \sin \cdot (\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 300}{1100}) = 0,21$,

$J_o = \frac{ji \cdot cos\frac{\pi \cdot yi}{bg}}{1+125 \cdot \frac{ji}{Fi \cdot Fi \cdot (l_{отс} - l)^2}} = \frac{2 \cdot 303456,4 \cdot cos\frac{3,14 \cdot 60}{880}}{1+125 \cdot \frac{980789}{539 \cdot (1100-247)^2}} = 0,23 \cdot 10^6$ см^4,

$J^* = \frac{2 \cdot j^* \cdot cos\frac{\pi \cdot yi}{bg}}{1+25 \cdot \frac{J^*}{F^* \cdot l^2}} = \frac{2 \cdot 303456,4 \cdot cos\frac{3,14 \cdot 60}{880}}{1+25 \cdot \frac{303456,4}{539 \cdot 61009}} = 1,48 \cdot 10^6$ см^4,

$J_{пр} = J_o + K^* \cdot (J^* - J_o) = 235675,03 + 0,21 \cdot (303456,4 - 235675,03) = 1,25 \cdot 10^6$ см^4

Жёсткость упругости основания: $K_{пр} = 0,0668 \cdot (13,3 + (\frac{b2}{b1})^3 + (\frac{b2}{b3})^3) \cdot \frac{\pi^4 \cdot E}{2a_ф \cdot b2^3} \cdot \frac{J_ф}{1+25 \cdot \frac{J_ф}{F_ф \cdot bg^2}} = 0,0668 \cdot$

$\cdot(13{,}3+(\frac{880}{880})^3+(\frac{880}{880})^3)\cdot\frac{3{,}14^2\cdot 2{,}1\cdot 10^6}{2\cdot 55\cdot 880^3}\cdot\frac{0{,}201\cdot 10^2}{1+25\cdot\frac{0{,}201}{96\cdot 880^2}}=311$ кг/см^2.

Распределённая нагрузка:

$q_{пр}=0{,}0963\cdot P_b\cdot(b_1+4{,}615\cdot b_2+b_3)-\frac{Qz}{2l}\cdot(\cos\frac{\pi(l_н+l)}{l_{отс}}-\cos\frac{\pi\cdot l_н}{l_{отс}})$,

Т = 2,04м- максимально возможная осадка в районе МО,

$q_{пр}=0{,}0963\cdot 0{,}306\cdot(880+4{,}615\cdot 880)-\frac{2{,}36\cdot 10^4}{494}\cdot(\cos\frac{3{,}14(300+247)}{1100}-\cos\frac{3{,}14\cdot 300}{1100})=231$ кг/см^2.

Статистический прогиб фундамента W_y следует определить по формуле:

$W_y=\frac{q_{пр}\cdot(1-\varphi 1(u))}{К_{пр}}\cdot(1-\cos\frac{\pi\cdot l}{2l_{отс}})\cdot\cos\frac{\pi\cdot y_{min}}{bg}$,

где: $\varphi_1(u)$- функция Бубнова,

2) $u=\frac{l_{отс}}{2}\sqrt{\frac{К_{пр}}{4\cdot E\cdot J_{пр}}}=\frac{1100}{2}\sqrt{\frac{394}{4\cdot 2{,}1\cdot 10^6\cdot 1{,}25\cdot 10^6}}=1{,}3$,

$W_y=\frac{q_{пр}\cdot(1-\varphi 1(u))}{К_{пр.}}\cdot(1-\cos\frac{\pi\cdot l}{l_{отс}})\cdot\cos\frac{\pi\cdot y_{min}}{bg}=\frac{231\cdot(1-0{,}65)}{311}\cdot(1-\cos\frac{3{,}14\cdot 247}{1100})\cdot$

cos 0= 0,041 см.

Изгибная жёсткость фундамента в составе перекрытия характеризуется параметром $К_ф$, определяемым по формуле.

$К_ф=\frac{E\cdot J*\cdot(\frac{\pi}{l})^4}{1-\frac{H\cdot\pi}{4}}$,

где: $H=\frac{1}{1+\frac{J*\cdot l*}{2\cdot J0\cdot l}}=\frac{1}{1+\frac{1{,}48\cdot 10^6\cdot 320}{2\cdot 0{,}23\cdot 10^6\cdot 247}}=0{,}42$

$К_ф=\frac{E\cdot J*\cdot(\frac{\pi}{l})^4}{1-\frac{H\cdot\pi}{4}}=\frac{2{,}1\cdot 10^6\cdot 1{,}48\cdot 10^6\cdot(\frac{3{,}14}{247})^4}{1-\frac{0{,}42\cdot 3{,}14}{4}}=0{,}95\cdot 10^4$ кг/см^2

При установке двигателя на амортизаторах жёсткость при растяжении двигателя, соединённого с фундаментом $К_р$, определяется жёсткостью амортизаторов.

6 Расчет системы смазывания

Данная система предназначена для приёма, хранения очистки и подачи масла к потребителям.

Общий запас масла $G_м$, т.

$G_м=[(g_м \cdot N_{еу} \cdot g'_м \cdot N'_{ев}) \cdot \tau_х + g'_м \cdot N''_{ев} \cdot \tau_с + a_м(N_{еу} \cdot \tau_с/\tau_м + N_{ев} \cdot \tau_э/\tau_м)]$,

$\tau_м$ – срок службы масла, ч,

$\tau_х/\tau_м$, $\tau_э/\tau_м$ – количество смен масла в главном и вспомогательном двигателе за период плавания.

$g_м$, $g'_м$ = 0,004 кг/(кВт·ч) – удельный эффективный расход циркулирующего масла главных двигателей; $N_{еу}$= 930 кВт номинальная эффективная мощность главных двигателей; $N_{ев}$= 110 кВт номинальная эффективная мощность вспомогательных двигателей; $a_м$ = 2,7 кг/кВт удельная масса масла в сточных цистернах или картерах двигателей.

$G_м$ = [(0,004·930+0,004·110)·180+0,004·110·50,4+2,7(930·180/13,4+110·

·50,4/13,4)]·10^{-3}=45м³;

Суммарная вместимость сточных и отстойных масляных цистерн $V_{мст}$, $м^3$,

$V_{мст}=1,1(\tau_х/\tau_м \Sigma V_{смг}+\tau_э/\tau_м \Sigma V_{смв})$,

где: $\Sigma V_{смг}$=1,4 $м^3$; $\Sigma V_{смв}$=0,5 $м^3$ – вместимость каждого маслосборника или картера работающих главных и вспомогательных дизилей, $м^3$.

$\tau_х < \tau_м$ и $\tau_э < \tau_м$ их отношение принимают равным 1.

$V_{мст}$= 1,1(1·1,4+1·0,5)=1,1·1,9=2,09 $м^3$;

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

$Q_{н.ц}=R_м \cdot a_{тм} \cdot g_е \cdot N_е \cdot Q_н/(См \cdot \rho_м \cdot \Delta t_м)$,

где: $R_м$=1,5 коэфициент запаса подачи;

$\rho_м$=950 кг/м^3 – плотность масла;

$Q_н$=42000 кДж/кг – теплота сгорания топлива; $R_м$=1,5- коэффициент запаса подачи; $a_{тм}$=0,07 – доля теплоты, отводимая маслом, от всего колличества теплоты введённого с топливом; $C_м$=2,05,кДж/(кг·К) – удельная теплоёмкость масла; $\Delta t_м$ = 9°С- разность температур масла на входе в двигатель и выходе из него;

$Q_{н.ц}$ = 1,5·0,07·0,185·930·42000/(2,05·950·9) = 38,9 м^3/ч.

Производительность масляного сепаратора $Q_{мс}$ м^3/ч, выбирают из условий обеспечения необходимой кратности очистки масла в смазачной системе дизеля: $Q_{мс}=\frac{m\Sigma V\,см}{tc}$,

где: m=1,5 – кратность очистки масла,

Σ v см= 1,4 м^3 – суммарная вместимость маслосборников дизеля на судне,м^3.

t_c=10ч – время работы сепараторов в сутки;

$Q_{мс}=\frac{1,5\cdot1,4}{10}$ = 0,21 м^3/ч.

Поверхность охлаждения теплообменника $F_{хт}$, м^2,

$$F_{хт}=\frac{dтм\cdot ge\cdot Ne\cdot Qн}{3600\cdot Ктм\cdot \Delta tмср};$$

$К_{тм}$=0,67 кВт/(м^2·К) – общий коэффициент теплопередачи; Δtмср=38°С – средняя разность температур масла и воды;

$$\Delta tмср=\frac{(t'м+t''м)-(t'в+t''в)}{2};$$

$$\Delta t_{мср}=\frac{(70+60)-(24+30)}{2}=38°С;$$

$$F_{хт}=\frac{0,07\cdot0,185\cdot930\cdot42000}{3600\cdot0,67\cdot38}=5,51\ м^2.$$

Температура масла перед холодильником t ′ м = 70°С и за ним t ″м = 60°С, а температура забортной воды перед холодильником t′в= 24°С; и за ним t″в = 30°С.

7 Расчет системы охлаждения

Расчёт водяного холодильника сводится к определённой поверхности охлаждения $F_{хв}$, м^2,

$$F_{хв} = \frac{dтв \cdot ge \cdot Ne \cdot Qрн}{3600 \cdot Кгв \cdot \Delta tвср};$$

$d_{тв}$ = 0,15 – доля теплоты отводимая водой внутреннего контура, от всего количества теплоты, введённого с топливом,

$К_{тв}$ = 0,7 – общий коэффициент теплопередачи от воды к воде, кВт/(м^2·К),

$\Delta t_{вср}$- средняя логарифмическая разность температур, °С,

$$\Delta t_{вср} = \frac{(t'в - t'з) + (t''в - t''з)}{2{,}3lg \cdot \frac{t'в - t''з}{t''в - t''з}} = \frac{(75-30)+(65-45)}{0{,}8 \cdot \frac{75-30}{65-45}} = 36{,}1°С;$$

t′в=75°С – температура воды внутреннего контура на выходе из дизеля.

t′з=30°С – температура забортной воды перед входом в водо-водяной холодильник,

t″в=65°С – температура воды внутреннего контура на выходе из холодильника;
t″з = 45°С – температура забортной воды на выходе из холодильника,

$$F_{хв} = \frac{0{,}15 \cdot 0{,}185 \cdot 930 \cdot 42000}{3600 \cdot 0{,}7 \cdot 36{,}1} = 11{,}48 \text{ м}^2.$$

Подача насоса внутреннего контура $Q_{вв}$= 20 м^3/ч, при давлении Р=0,3 Мпа.

Подача насоса внешнего контура $Q_{вв}$= 20м^3/ч, при давлении Р=0,3 Мпа.

8 Общесудовые системы
8.1 Балластная система

Система предназначена для наполнения и откачки балластных цистерн. Балластная система обслуживается балластным насосом, кроме этого, предусмотрены эжекторы, запитанные от пожарной системы, и используемые как для осушения, так и для заполнения балластных цистерн.

Внутренний диаметр балластного трубопровода определяем по формуле:

$d_в = 16 \times \sqrt[3]{V}$, где

V=1330 м³- емкость балластных цистерн;

$d_в = 16 \times \sqrt[3]{1330} = 176$ мм.

Согласно ГОСТу 10704-76 диаметр балластного трубопровода принимаем $d_в$=179 мм.

Рассчитываем производительность балластного насоса:

$$Q = 3600 \times \frac{\pi \times d_в^2}{4} \times \upsilon = 3600 \times \frac{3{,}14 \times 0{,}179^2}{4} \times 2 = 181 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Поскольку на судне-прототипе установлен один балластный насос производительностью Q=250 м³/ч, то этот же насос оставляем и на модернизируемом судне.

Тип насоса: центробежный, вертикальный, самовсасывающий НЦВ-250/100; Производительность: Q= 250 м³/ч;
Напор; H= 1000 кПа;
Электродвигатель АМУ-82-4;
Мощность: N=32 кВт;
Частота вращения: n= 1400 мин⁻¹

Время заполнения балластных цистерн: $\tau = \frac{V}{Q} = \frac{1330}{250} = 5{,}32$ ч

8.2 Пожарная система

На судне длиной 65 м и более, должно быть установлено не менее двух пожарных насосов в машинном отделении, ниже ватер линии. Давление в пожарной магистрали не должно превышать 110 кПа. На судне- прототипе установлены центробежные, вертикальные насосы марки НЦВ 110/100.

Подача: Q= 100 м³/ч;

Напор: H= 1000 кПа;

Электродвигатель: АМ 91-2;

Мощность: N= 55 кВт.

Кроме того, вне машинного отделения, в шахте, в районе 1-2-го грузовых танков установлен аварийный пожарный насос, трубопровод которого соединен к основной пожарной магистрали.

Насос марки: НЦВ 63/80;

Подача: Q=63 м³/ч;

Напор: H=800 кПа;

Электродвигатель**:** АМ 72-2;

Мощность: N= 25 кВт.

8.3 Осушительная система

На судах мощностью 220 кВт и более, устанавливаются два осушительных насоса, один из которых автономного действия.

Диаметр осушительной магистрали:

$$D = 1{,}5 \times \sqrt{L \times (B + H) + 25}\text{, где}$$

L, B, H- главные измерения судна (длина, ширина, высота борта);

$$D = 1{,}5 \times \sqrt{128{,}5 \times (16{,}5 + 5{,}5) + 25} = 80{,}1 \text{ мм.}$$

Согласно по ГОСТу 10704-76 принимаем диаметр магистрали D=87 мм.

Каждый насос должен иметь подачу, определяемую из условия, что бы расчетная скорость жидкости в приемной осушительной магистрали была не менее 2 м/с.

Подача насоса определяется по формуле

$$Q = 3600 \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \upsilon = 3600 \times \frac{3{,}14 \times 0{,}087}{4} \times 2 = 42{,}8 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

Устанавливаем два насоса марки: НЦВС 40/20;

Тип насоса: центробежный, вертикальный, самовсасывающий;

Подача: Q= 40 м³/ч;

Напор: H= 200 кПа;

Электродвигатель: АОМ 42-4

8.4 Система водоснабжения

Санитарные насосы подают воду в расходную цистерну, расположенную на шлюпочной палубе. Подачу насоса определяют из расчета общего потребления воды на судне.

Требуемая подача санитарного насоса должна быть не менее:

$$Q = \frac{A \times g}{1000 \times \tau}, \text{где}$$

A= 17 чел.- количество членов экипажа;

g= 250 литр/сутки – расход коды на человека в сутки;

τ= 2 ч.- продолжительность работы насоса в сутки в среднем;

Рассчитываем подачу санитарного насоса:

$$Q = \frac{17 \times 250}{1000 \times 2} = 2{,}125 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Устанавливаем насос марки: 1,5ВС-1,3;

Подача: Q= 3 м³/ч;

Электродвигатель: АО 42-4;

Мощность: N=2,8 кВт.

В качестве запасного насоса устанавливается ручной насос РН-3, как на судне-прототипе.

Подогрев воды производится в водяном подогревателе. Циркуляция воды осуществляется насосом марки: 1ВС-0,9;

Подача: Q= 1 м³/ч;

Электродвигатель: АОМ 32-4;

Мощность: N= 1,5 кВт.

Для приготовления кипяченной воды на камбузе устанавливается кипятильный агрегат: КИД-4,0, мощностью: N= 10 кВт.

8.5 Грузовая система

Система предназначена для погрузки и выгрузки жидкого груза. Система включает в себя: трубопроводы и арматуру, грузовые и зачистные насосы.

Подача грузовых насосов определяется:

$$Q = \frac{(1-\beta)\times\frac{G_T}{\rho}}{t-\frac{\beta\times G_T}{Q_{з.н.}\times\rho}}, \text{ где}$$

$G_т$= 4800 т.- грузоподъемность теплохода;

β= 0,05÷0,1- доля груза, подлежащего к зачистке;

ρ= 0,74÷0,92 т/м³.- плотность нефтепродуктов;

$Q_{з.н.}$= 90 м³/ч.- производительность зачистного насоса;

t= 7÷11 ч.- время выгрузки всего груза.

$$Q = \frac{(1-0{,}05)\times\frac{4800}{0{,}92}}{9-\frac{0{,}05\times 4800}{90\times 0{,}92}} = 812{,}4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Так как на судне-прототипе установлены два насоса производительностью 450 м³/ч каждый, то эти же насосы принимаем и на модернизируемом судне.

Марка насоса: 10НА-61;

Тип насоса: центробежный, двухсторонний, горизонтальный;

Подача: Q= 450 м³/ч;

Напор: H= 5,5×10² кПа;

Электродвигатель: АК101-4М;

Мощность: N= 125 кВт;

Зачистной насос марки: ЭНП 7/3;

Тип насоса: поршневой;

Подача: Q= 78 м³/ч

Электродвигатель: АМ82-4;

Мощность: N= 50 кВт.

8.6 Система горячеструйного подогрева груза в танках

Система горячеструйного подогрева предназначена для подогрева перевозимых танкером грузов с целью поддержания температуры в танках не менее 40ºС (313 К) и подогрева до 40÷50ºС (313÷323 К) топлива. Горячеструйный подогрев основан на явлении переноса горячей струи в толщину холодного нефтепродукта. При этом, в результате механического конвективного перемещения, происходит выравнивание температур по всему объему танка.

Опытным путем установлено, что тонкий горячий слой в плоскости днища, под действием температурного градиента, поднимается вверх к поверхности груза и по мере работы струи, расширяется как в плоскости днища, так и по свободной поверхности подогреваемого нефтепродукта.

Подогрев вязких нефтепродуктов, при перевозке их в речных танкерах, обычно производится трубчатыми подогревателями, в которые поступает пар от двух котлов, специально установленных для этой цели. Такая система подогрева называется прямоточной, по ряду причин, в частности замерзания конденсата нередко выходит из строя, а ее ремонт связан с необходимостью дорогой и трудоемкой зачисткой танков от нефтепродуктов.

В 1973-74 гг. была смонтирована циркуляционная система подогрева груза в паровых теплообменных аппаратах, устанавливаемых на палубе в непосредственной близости от обслуживаемой группы танков. В качестве источников тепла использовались штатные котлоагрегаты КВА 1,0/5.

В результате испытаний и опытной эксплуатации система показала хорошие результаты и была рекомендована к внедрению на действующие суда. Установленная система циркуляционного подогрева менее экономична по сравнению с теми системами, в которых утилизируется тепло, отходящее от выпускных газов главных двигателей. Одним из путей снижения эксплуатационных расходов является более полное использование энергетической установки, которая состоит из двух главных двигателей, общей мощностью 1766 кВт. Для использования тепла отходящих газов, на каждом выпускном коллекторе предусмотрена установка утилизационных паровых котлов КУП, производительностью 250 кг/ч каждый. В этом случае необходимость использования автономных паровых котлов снижается.

Данная циркуляционная система подогрева имеет ряд преимуществ по сравнению с ранее существующей:

1. ремонт можно проводить агрегатным методом с наименьшими затратами;

2. большая экономия трубопровода;
3. возможность подогрева груза от утилизационных выпускных газов, а значит и экономия топлива;
4. возможность перекачки груза из одного танка в другой;
5. улучшается ремонтопригодность системы.

9 Палубные механизмы

9.1 Рулевое устройство

На танкере проекта 550А установлены два балансирных руля. Площадь одного пера руля равна S= 6,8 м². На судне установлена электрогидравлическая машина Р-14. Электропривод основных насосов электродвигатель марки АМ 70-6, мощностью N= 8 кВт, частота вращения n=950 мин$^{-1}$.

Гидравлический момент на баллере руля, на переднем ходу с расчетной скоростью ν=20 км/ч и угле перекладки руля α=35º, составляет Мб=46,1 кН×м. На заднем ходу гидравлический момент на баллере руля при $\nu_з$=0,6×ν, то есть при $\nu_з$=11,8 км/ч , составляет Мб.з.= 83,1 кН×м.

В результате замены двигателей, на более мощные, скорость хода судна увеличилась и стала ν= 20,7 км/ч. Максимальный момент на баллере проектируемого судна, при прежних рулях, на заднем ходу, определяем по формуле:

$$M'_{б.з.} = M_{б.з.} \times \left(\frac{\nu'}{\nu}\right)^2 ; \text{ где}$$

Мб.з.= 83,1 кН×м- момент на баллере руля судна-прототипа на заднем ходу;
ν' = 20,7 км/ч- скорость проектируемого судна;
ν = 20 км/ч- скорость судна прототипа.
Определяем момент :

$$M'_{б.з.} = 83{,}1 \times \left(\frac{20{,}7}{20}\right)^2 = 89 \text{ кН×м.}$$

Необходимо учесть, что данная формула верна лишь в том случае, когда соблюдается равенство:

$$\frac{\nu'_{з.х.}}{\nu'} = \frac{\nu_{з.х.}}{\nu} = 0{,}6;$$

Таким образом, момент равный 89 кН×м возникает на заднем ходу при скорости равной:

$$\nu'_{з.х.} = 0{,}6 \times \nu' = 0{,}6 \times 20{,}7 = 12{,}42 \text{ км/ч.}$$

Расчетное максимальное значение момента, с учетом рекомендации, принимаем увеличенным на 10÷20%:

$$M'_{бmax} = 1{,}15 \times M'_{б} = 1{,}15 \times 89 = 102{,}4 \text{ кН×м;}$$

Исходя из расчетов, установленная на судне-прототипе рулевая машина Р-14, номинальный момент которой , при α=35º равен 98 кН×м- не достаточен для проектируемого судна.

Выбираем рулевую машину Р-15, со следующими техническими характеристиками: номинальный крутящий момент на баллере руля, при работе основного насосного агрегата, при перекладке руля на угол α=35º равен 157 кН×м; продолжительность перекладки руля с борта на борт 28 сек.

Приводной электродвигатель АМ71-6, мощностью N= 11 кВт, частотой вращения n= 955 мин$^{-1}$. Насосный агрегат ІІД5. теоретическая подача насоса за один оборот приводного вала 3,78 м^3/ч.

Общая масса рулевой машины Р-15 составляет 4600 кг.

9.2 Якорное устройство

Выбор якорей и якорных цепей для судов внутреннего плавания производим согласно Правилам Речного Регистра.

Якорное снабжение судов нормируется в зависимости от характеристики снабжения. Характеристика снабжения подчитывается по формуле:

$$N_i = L \times (B + H) + A, \text{ где}$$

L,B,H- главные размерения судна;

$$A = k \times l \times h, \text{ где}$$

k= 0,5 коэффициент учитывающий влияние надстроек и парусности;

l= 4,7 м- длина отдельных надстроек;

h= 2,8 м= средняя высота надстроек и рубок;

$$A = 0{,}5 \times 4{,}7 \times 2{,}8 = 6{,}6 \text{ м}^2,$$

$$N_i = 132{,}6 \times (16{,}9 + 5{,}5) + 6{,}6 = 3056 \text{ м}^2.$$

Для судов класса «М» выбираем суммарную массу двух носовых якорей равную 3750 кг. Суммарная длина цепей равна 325 м.

На танкере оставляем два имеющихся носовых якоря ГОСТ 761-74 массой по 2000 кг каждый. Якоря типа «Холла». Для якорей массой 2000 кг калибр цепи с контрфорсами равен 46 мм. Длина цепи правого якоря принимаем 175 м, а левого 150 м. Согласно Правилам Регистра, кроме носового якорного устройства, должно быть и кормовое якорное устройство.

Масса кормового якоря таких судов должна составлять не менее 0,5 от средней массы носовых якорей. Масса кормового якоря равна:

$$G_к = 0{,}5 \times \frac{\Sigma G_н}{2} = 0{,}5 \times \frac{4000}{2} = 1000 \text{ кг.}$$

Оставляем тот же якорь, что и на судне-прототипе. Калибр цепи для кормового якоря 34 мм (цепь с контрфорсами). Длина цепи кормового якоря должна быть не менее 75% длины меньшей якорной цепи носовых якорей.

$$l_к = 0{,}75 \times l_н = 0{,}75 \times 150 = 112{,}5 \text{ м.}$$

Принимаем длину кормовой цепи: $l_к$= 125 м.

Так как вес носовых и кормовых якорей не меняется, то оставляем на судне имеющиеся брашпиль и шпиль.

Характеристика брашпиля типа 56:

Тяговое усилие на звездочке: 59,58 кН;

Скорость выбирания цепи: 11 м/мин;
Электродвигатель: МПП 521-4/8/15;

Характеристика шпиля тип ЯШ3РД:
Тяговое усилие на звездочке: 29 кН;
Скорость выбирания цепи: 10,5 м/мин;
Электродвигатель: МАП 421-4/8.

9.3 Спасательное устройство

В связи с тем, что ни каких модернизационных мероприятий связанных со спасательным устройством не проводится, то оставляем те же средства, что на судне-прототипе:

Спасательная шлюпка: СШАТМ-30;
Количество: 2 шт.;
Вместимость: 30 чел;
Оборудование шлюпки:
Дизель: 4 ЧСП 8,5/11,3;
Мощность: 23 л.с.;
Шлюпбалки: Шб Ш 6,3;
Шлюпочные лебедки: ЛЭРШ-10-13;
Электродвигатель: МАП 211-4;
Мощность: 3,5 кВт;
Рабочая шлюпка: ЯЛШС-2;
Вместимость: 3 чел.;
Спасательный плот: СПА-6;
Количество: 2 шт.

10 Система пуска и ее оборудование
10.1 Проверочный расчет системы пуска

Система обеспечивает сжатым воздухом, необходимого давления, для пуска и реверса двигателей. Двигателя поставляемые заводом изготовителем, имеют штатные воздушные баллоны. Для каждого двигателя количество баллонов составляет - 4.

Рабочее давление воздуха в баллонах составляет 3 мПа, минимальное давление воздуха в баллоне, при котором возможен пуск двигателя 1,2 мПа.

Согласно Требованиям Регистра, баллоны пускового воздуха, должны обеспечить: 12 последовательных пусков для реверсивных двигателей и 6 для нереверсивных, без дополнительной подачи сжатого воздуха в баллоны.

Количество сжатого воздуха, необходимого для пусков двигателя, определяем по формуле:

$$V = \left[\upsilon_X + (m-1)\times\upsilon_T\right]\times Z\times V_Ц \text{, где}$$

υ_X = 10÷12 г/л – удельный расход свободного воздуха, необходимого для пуска холодного двигателя;

υ_T = 4÷6 г/л – удельный расход воздуха, необходимого для «горячего» пуска двигателя;

m= 12 – число пусков реверсивного двигателя, согласно Правилам Регистра;

Z- число цилиндров;

Vц- рабочий объем цилиндра двигателя.

Рассчитываем рабочий объем цилиндра двигателя:

$$V_Ц = \frac{\pi\times D^2\times S}{4} = \frac{3{,}14\times 0{,}36^2\times 0{,}45}{4} = 0{,}046 \text{ м}^3$$

Определяем количество воздуха:

$$V = [11+(12-1)\times 5]\times 6\times 0{,}046 = 18{,}21 \text{ кг}$$

Объем пусковых баллонов двигателей:

$$V_б = \frac{2\times V}{P_1 - P_2} = \frac{2\times 18{,}21}{(30-12)\times 10^5} = 2{,}02 \text{ м}^3,$$

где: $P_1 = 30\times 10^5$ Н/м² - начальное давление в баллонах;

$P_2 = 12 \times 10^5$ Н/м² - минимальное давление воздуха в баллоне для запуска двигателя. Принимаем к установке на судне шесть баллонов емкостью 0,4 м³

$V = 0.4 * 6 = 2.5 м^3$

10.2 Объем тифонных баллонов

Необходимая емкость тифонных баллонов находится из расчета непрерывной подачи сигнала в течении пяти минут для морских и речных судов класса «М» и «О».

Объем баллонов находится по формуле:

$$V_T = \frac{\upsilon_T \times \tau}{P_1 - P_2}, \text{ где}$$

υ_T =1,7 м³/мин- расход воздуха тифоном при диаметре штуцера, $D_т$=15 мм;

τ = 5 мин- время подачи звукового сигнала;

$P_1 = 30 \times 10^5$ кПа- начальное давление воздуха;

$P_2 = 5 \times 10^5$ кПа- конечное давление воздуха;

$$V_T = \frac{1{,}7 \times 5}{(30-5) \times 10^5} = 0{,}34 \text{ м}^3.$$

Принимаем на судне один тифонный баллон емкостью 0,4 м³

10.3 Объем баллонов для вспомогательных двигателей

Количество воздуха, необходимого для запуска вспомогательных двигателей марки 6 Ч 18/22 определяем по формуле:

$$V = [\upsilon_X + (m-1) \times \upsilon_Г] \times Z \times V_Ц, \text{ где}$$

υ_X = 10÷12 г/л- удельный расход воздуха, необходимого для «холодного» пуска двигателя;

$\upsilon_Г$ = 4÷6 г/л- удельный расход воздуха, необходимый для «горячего» пуска двигателя;

m=6- число пусков нереверсивного двигателя, согласно Правилам Регистра;

Z- число цилиндров двигателя»

$V_Ц$ - рабочий объем цилиндра двигателя.

Рабочий объем цилиндра двигателя определяем по формуле:

$$V_Ц = \frac{\pi \times D^2 \times S}{4} = \frac{3{,}14 \times 0{,}18^2 \times 0{,}22}{4} = 0{,}0056 \text{ м}^3,$$

Находим количество воздуха для запуска:

$$V = [11 + (6-1) \times 5] \times 6 \times 0{,}0056 = 1{,}21 \text{ кг.}$$

Объем баллонов вспомогательных двигателей равен:

$$V_{б.в.} = \frac{3 \times V}{P_1 - P_2}, \text{ где}$$

$P_1 = 30 \times 10^5$ кПа- начальное давление в баллоне;

$P_2 = 12 \times 10^5$ кПа- минимальное давление в баллоне;

$$V_{б.в.} = \frac{3 \times 1{,}21}{(30-12) \times 10^5} = 0{,}21 \text{ м}^3.$$

Принимаем к установке три воздушных баллона емкостью по 0,08 м³ каждый.

10.4 Компрессоры

В соответствии с требованиями Правил Регистра на судах устанавливается не менее 2-х компрессоров, один из которых должен иметь автономный привод. Производительность компрессоров должна обеспечивать заполнение баллонов пускового воздуха главных двигателей не более чем за один час, от минимального давления, при котором возможен последний запуск или маневр до рабочего давления.

Принимаем к установке двух компрессоров марки 20К1-Э6/1 с подачей Q=30 м³/ч, рабочим давлением $P=30\times10^5$ кПа.

Производим расчетную проверку времени заполнения баллонов для главных двигателей:

$$\tau=\frac{\upsilon\times Z\times(P_1-P_2)}{Q\times1000}=\frac{400\times6\times(30-12)}{60\times1000}=0{,}72 \text{ ч},$$

что удовлетворяет требованиям Правил Регистра.

11 Технологический процесс установки редуктора и главного двигателя в сборе на фундаментную раму

11.1 Анализ исходных данных

Согласно принятым решениям в дипломном проекте производится замена двигателей 8NVD48A с реверс редукторами РРП, на двигатели МАК М20 с редуктором WVS фирмы Reintjes.. Для этой цели разработан технологический процесс установки дизелей на имеющийся судовой фундамент от демонтированных двигателей.

В процессе технологии монтажа главных двигателей необходимо сохранить качество укладки коленчатого вала двигателя, достигнутое при сборке на стенде завода-изготовителя.

Главные двигатели относятся к числу механизмов, монтаж которых наиболее сложен ввиду их больших массы и габарита, а также строгой связи с координатами
судна.

Конструктивной особенностью двигателя является относительно большая длина и, как правило, малая жесткость остова. Наличие специфичной податливости детали - коленчатого вала, работающего с переменной динамометрическими нагрузками, вносит в монтаж ряд особых требований:

- остов должен оставаться прямолинейным после установки двигателя на судне;
- деформация коленчатого вала должна быть минимальна;
- шейки вала должны плотно прилегать к рамовым подшипникам;
- должна быть обеспечена соосность двигателя и валопровода (таблица 4.1);
- нагрузка на кормовой подшипник двигателя после соединения его с валопроводом не должна превышать допустимой величины.

Окончательный монтаж и контроль отсутствия деформации двигателя производят на плаву. При монтаже широко применяют пластмассу ФМВ, сферические подкалки и амортизаторы. Сохранение стендовой сборки Достигается применением динамометров для контроля распределения нагрузок от силы тяжести двигателя на его опорный фланец.

Таблица 4.1 - Допускаемая несоосность при центровки двигателей внутреннего сгорания

Место измерения соосности валов	*Тип соединения муфты*							
	жесткая фланцевая		*подвижная зубчатая*		*упругая*			
					с резиновыми вкладышами		*шинно-пневматиче-*	
	δ, мм	*φ,мм/м*	*δ , мм*	*φ ,мм/м*	*δ , мм*	*φ ,мм/м*	*δ , мм*	*φ ,мм/м*
На стапеле	*0,05*	*0,05*	*0,05*	*0,1*	*0.1*	*0,15*	*0,6*	*0,7*
На плаву	*0,1*	*0,15*	*0,15*	*0,2*	*0,2*	*0,3*	*1,2*	*1,4*

11.2 Разработка технологического процесса

Технологический процесс включает в себя пять операций:

1. **Подготовительная:**

Очищаем опорные поверхности фундамента и отмечаем осевые риски. На очищенную поверхность устанавливаем пластинки в местах предполагаемого сверления отверстий для крепления фундаментной рамы двигателя. Привариваем металлические пластинки согласно ГОСТ 17806-80.

2. **Погрузка двигателя на судовой фундамент:**

Опускаем двигатель краном, под наблюдением мастера такелажных работ. Двигатель должен быть расконсервированным и опускаться на деревянные брусья. Устанавливаем шесть отжимных болтов, и подготавливаем двигатель к центровке.

3. **Центровка механизма по изломам и смещениям:**

Процесс центровки двигателя с редуктором и гребного вала требует особого внимания. Оси валов располагают относительно друг друга строго в пределах допусков, чтобы обеспечить нормальный срок службы редуктора.

Целью центровки является точное совмещение осей редуктора и валопровода.

Существует два определяющих параметра центровки:

1. Центровка по смещению или соосности отверстий;
2. Центровка по излому или параллельности торцевых поверхностей.

3. Излом наблюдается при непараллельности осевых линий выходного вала редуктора и гребного винта.

Смещение возникает тогда, когда осевые линии выходного вала редуктора и гребного вала параллельны, но расположены не на одной прямой.

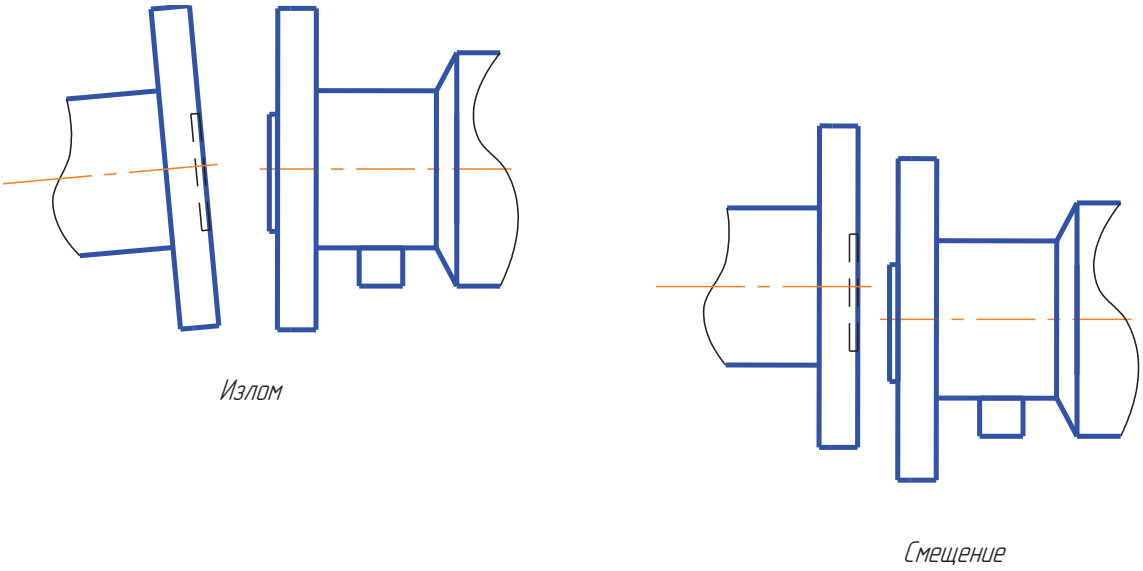


Рисунок 7.1- Смещение и излом валов

Порядок центровки:

1. Измеряем биение привалочной поверхности фланца с помощью индикатора часового типа наблюдая за показаниями стрелки индикатора, проворачиваем вал и отмечаем точку наименьшего показания индикатора. Делаем отметку на наружной поверхности фланца у отверстия под болт (нулевая отметка «А»);

2. Устанавливаем индикатор на отметку «А», проворачиваем вал и регистрируем показания индикатора в положении «правый борт»(«B»), «низ»(«C»), «левый 6орт»(«D»);

3. Измеряем биение фланца на периферии (наружной поверхности). Для этого повторяем действия описанные в п.2;

4. Чтобы измерить торцевое и периферийное биение фланца выходного вала редуктора и зафиксировать показания индикатора, проделываем операции описанные в пп. 1-3. Исключение составляет следующее: нулевую отметку «А» наносим у ближайшего к наибольшему показанию индикатора отверстия под болт;

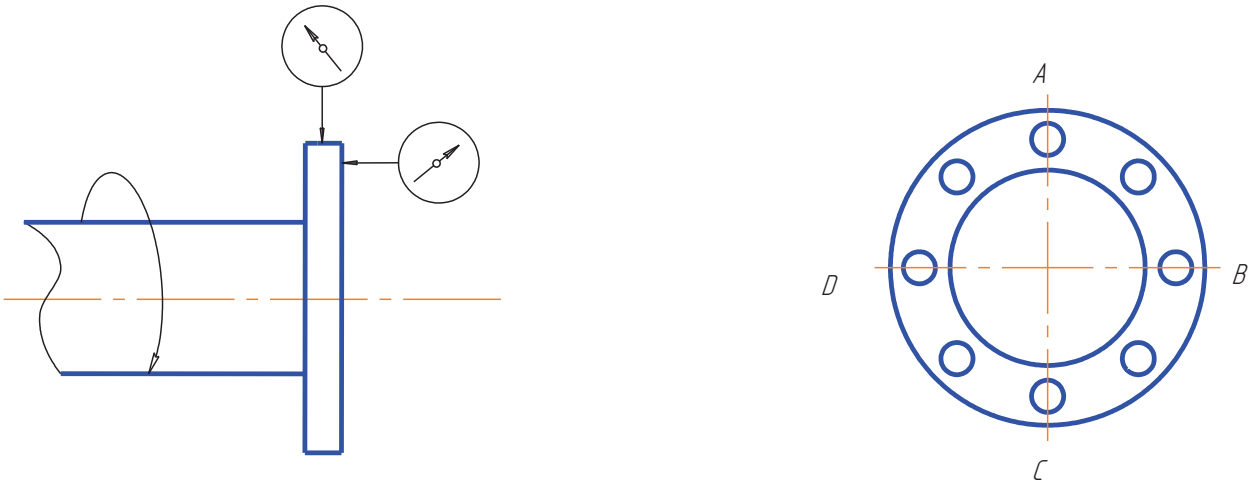


Рисунок 7.2 - Центровка валов

4. Устанавливаем гребной вал на расстоянии приблизительно 8 мм от заданного положения по направлению к корме.

5. Устанавливаем двигатель с редуктором в окончательное положение. Для этого сдвигаем редуктор так, чтобы расстояние до ответного фланца составляло приблизительно 8 мм в соответствии с п.5, не вводя в зацепление направляющий поясок фланца.

6. Соосность. Измерить зазор по окружности фланцев в 4х точках, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. Для этого используем индикатор часового типа. Устанавливаем его на фланце выходного вала редуктора и измеряем биение полумуфты.

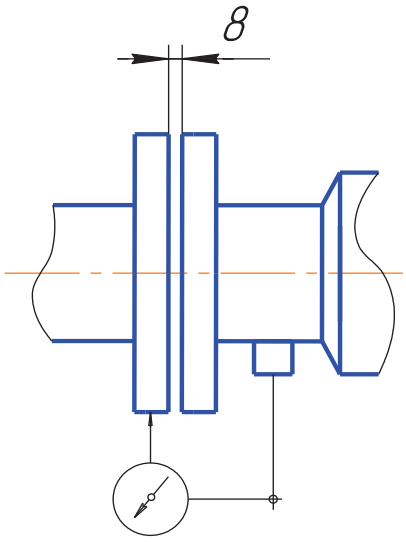


Рисунок 7.3 - Проверка соосности

7. Соединяем поверхности фланцев. Для этого сдвигаем гребной вал с полумуфтой вперед на 4,5 мм относительно всех точек по окружности фланцев.

8. Центровка по излому. С помощью щупа измеряем зазор между торцевыми поверхностями в 4х точках, расположенных на одинаковых расстояниях друг от друга в положениях A, B, C, D затем сводим результаты замеров в расчетную таблицу. Разница значений не должна превышать сдельно допустимую. Если разница не соответствует допустимым качениям, то положение двигателя и редуктора регулируют до тех пор, пока они не будут в пределах допуска.

9. Проверяем еще раз все показания индикатора, вставляем в отверстия фланцев болты и подготавливаем опоры редуктора и двигателя для окончательного крепления их к фундаменту главного двигателя.

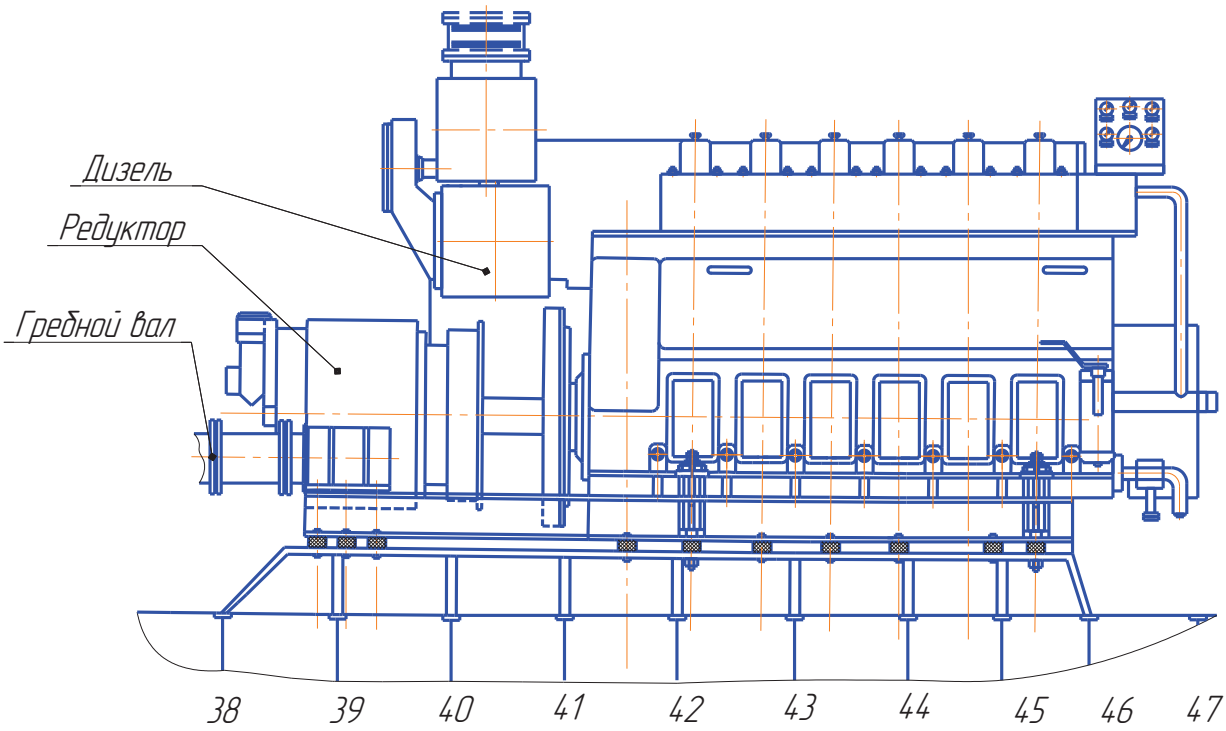


Рисунок 7.4 - Центровка двигателя и редуктора в корпусе судна

4. Слесарная операция:

Сверлим у центрованного двигателя отверстия в фундаменте, через лапы двигателя, с помощью станка марки ***Messer MDM-60*** с электромагнитным креплением. Так как требуется просверлить отверстие большого диаметра, необходимо сначала пройти такое отверстие сверлом меньшего диаметра. Это

позволит более крупному сверлу резать металл более эффективно и уменьшить вероятность перекоса. В случае необходимости, предварительное сверление можно выполнить в несколько проходов, постепенно увеличивая диаметр используемых сверл. При предварительном сверлении диаметр малого сверла должен быть не меньше диаметра перемычки более крупного сверла. Перемычкой сверла называется кратчайшее расстояние между двумя режущими кромками. Для предварительного сверления отверстия диаметром 24мм выбираем сверло 12мм, а для него выбираем сверло 6мм.

Паспортные данные станка Messer MDM 60:

Мощность: 1.8кВт

Диаметр сверления- d до 60мм

Частота вращения-плавная регулировка от 100 до 450 об\мин.

Максимальная глубина сверления-250мм

Подачу принимаем для серого чугуна при НВ>170

$S_1 = 0.15$мм/об

$S_2 = 0.28$мм/об

$S_3 = 0.38$мм/об

Определяем фактическую скорость резания:

Принимаем за частоту вращения n среднее значение n=250 об\мин (по паспортным данным станка)

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

$$V_1 = \frac{3.14*6*250}{1000} = 4.71\text{/мин}$$

$$V_2 = \frac{3.14 * 12 * 250}{1000} = 9.42\text{м/мин}$$

$$V_3 = \frac{3.14 * 24 * 250}{1000} = 18.84\text{м/мин}$$

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

$M_{кр}=10C^м*D^q*S^y*K^p=51$ Н*м

$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p = 2323$ Н.

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

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_p = K_{мр} = \left(\frac{НВ}{190}\right)^n = \left(\frac{180}{190}\right)^{0,6} = 0{,}975$$

Мощность резания, кВт:

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{51*250}{9750} = 1.3$$

что меньше мощности сверлильного станка. Сверление возможно.

5. Монтажная операция:

Замеряем зазор между лапами двигателя и судовым фундаментом. Изготавливаем из пластмассы ФМВ подкладки. Температура в машинном помещении не должна быть ниже 10°С. Пластмасса ФМВ имеет минеральные волокнистые наполнители в долях:

- Эпоксидная смола 3,0 кг;
- Полиэтиланомин 0,45 кг;
- Дибутилфталат (пластификатор) 1,0 кг.

Наполнители:

- Стекловолокно 1,0 кг;
- Асбестовое волокно 0,45 кг;

Подкладки из пластмасс - наиболее технологичное звено, применение второго исключает обработку фундамента.

Перед установкой подкладок обрабатываем опорную поверхность двигателя и крепежные болты 2% раствором воска в бензине, или тонким слоем солидола.

После установки подкладок и двойного прогрева их по месту при температуре $50\ °C$ в течение 3 часов, нужно отвернуть отжимные болты на 2-3 нитки через 72 часа при температуре 10... 16 °С, или через 24 часа при температуре больше 16°С.

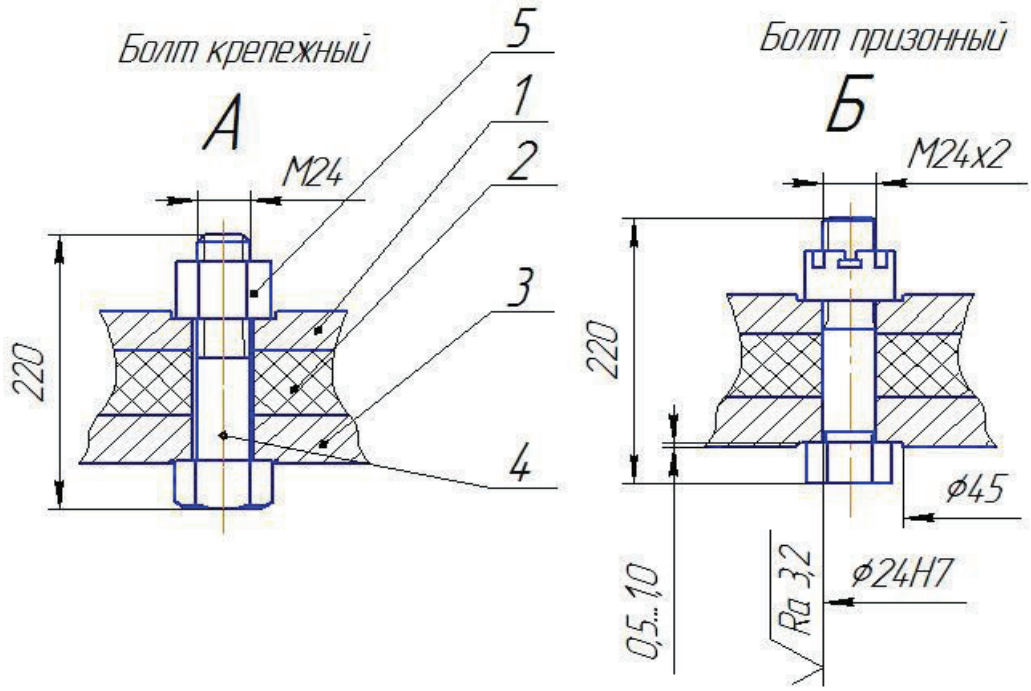


Рисунок 7.5 - Болтовые соединения

1- двигатель;
2- подкладка композитная;
3- фундаментная рама;
4- болт простой;
5- гайка корончатая.

Вставить болты (ГОСТ 1759.4-79) в отверстия и завернуть их гаечным ключом. Создать динамометрическим ключом усилие затяжки:

$M_{зат}=k*Gm*d^3_{вн}$, *кгс*мм²*

где: k =0,13 - коэффициент затяжки для болтов из углеродистой стали;

Gm = 28 кг/мм - предел текучести материала болта, (Ст35);

$d^3_{вн}$ = 24мм -внутренний диаметр резьбы болта.

$M_{зат}$ =0,13*28*24^3=50319 ***кгс*мм²***.

6. Контрольная операция:

Проверить правильность положения двигателя на судне. Отсутствие Деформации коленчатого вала двигателя. Оборудование и приспособления.

Для успешного и качественного проведения монтажа двигателей на судне, необходимо использование исправного оборудования и приспособлений, а также квалифицированного персонала. Произвести проверку раскепов при помощи щупов, индикатора часового типа. Проверить момент затяжки болтовых соединений.

12 Охрана труда и пожарная безопасность

12.1 Общие положения

Монтаж и обслуживание, а также эксплуатация внедряемого оборудования накладывают ряд обязанностей по соблюдению правил техники безопасности, которая является неотъемлемой частью работ на избранном нами судне.

В данном проекте разработаны мероприятия по повышению технико-экономических показателей, а именно установка главных двигателей МАК 6М20 с реверс-редукторами, элементов валопровода и соединительных мувт. Эти мероприятия позволяют увеличить ряд экономических показателей.

Для всех этих мероприятий потребуется производство как подъёмно-транспортных, сварочных, так и монтажных работ обеспечения безопасности проведения выше перечисленных работ пользуемся правилами обеспечивающими безопасную работу, как устанавливаемого оборудования, так и лиц задействованных в установке и монтаже данного оборудования.

Все мероприятия разработаны в соответствии с действующими нормативными документами, правилами и стандартами, обязательными для внедрения на судах. Основными из стандартов являются: ГОСТ-12.1.004-85г.

Пожарная безопасность. Общие требования. Стандарт по организации обучения работающих безопасности труда, общие положения. ГОСТ-12.0.004-84г. Общие требования безопасности ГОСТ-12.2.003-74г.

12.2 Размещение модернизационного оборудования в машинном помещении, его установка и освещение

Модернизационное оборудование, а именно: двигатели с реверс-редукторами, элементы валопровода и соединительные муфты расположены в машинном помещение.

Для вновь устанавливаемого оборудования распространяются следующие правила: оборудование, а именно движущие части закрыты кожухами, для предотвращения травматизма. Размещение его должно обеспечить беспрепятственный доступ в случае поломки. Во избежании поражения электрическим током электрооборудование установки, а так же пульт управления выполнены в брызгозащитном исполнении.

Освещение машинно-котельного помещения осуществляется при помощи ламп белого и дневного света во влагозащитных светильниках, которые обеспечивают освещённость машинно-котельного помещения соответствующую санитарным нормам и правилам.

Переносные светильники выполняются с корпусом из стали закрытого типа с питающим напряжением 12 В, и имеют безопасность при их использовании.

12.3 Техника безопасности при выполнении подъёмно транспортных работ

Все работы по подъёму и транспортировки нашего внедряемого оборудования ведутся в соответствии с правилами по технике безопасности.

Перед началом подъёмно-транспортных работ, необходимо убедится, что приспособления и оборудование прошли освидетельствование Регистра речного транспорта. Операция по подъёму и транспортировке оборудования в машинном помещение осуществляется в присутствии старшего механика.

При горизонтальном перемещении ГД, необходимо следить за тем, что бы данные механизмы были надёжно закреплены. При подъёмных работах все люди, участвующие в этом, обязательно находятся в касках, а так же запрещено нахождение людей под грузом при подъёме и спуске.

Горизонтальные перемещения выполняются лебёдкой, закреплённой за пиллерс.

Подъём оборудования возможно проводить наружным краном, либо судовым электрическим тельфером. Причём следует учесть правильность страховки груза, но им является наш механизм. Заводом изготовителем рекомендуется правильная страховка механизма имеющая в паспортах на оборудование. Причём так рекомендуется определённый угол застропки, угол развала канатов, тросов. При спуске оборудования необходимо проследить за установкой на фундамент без перекосов исключающих попадание или защепление троса грузом. При данных подъёмно-транспортных работ следует руководствоваться ГОСТ 12.3.021-80г., регламентирующими правилами безопасности при ПТР и ПР.

12.4 Техника безопасности при производстве сварочных работ

При модернизационных работах нам необходимы сварочные работы. При проведение сварочных работ должно применяться сварочное оборудование удовлетворяющее требованиям ГОСТ-12-003-74.

Сварочные работы необходимы нам при соединении линий трубопроводов, а так же при монтаже установок и подготовке фундаментов. При проведении сварочных работ необходимо использовать флюсы, электродную проволоку, электродные покрытия, которые в процессе сварки не выделяют вредных веществ. При сварке фундаментов удаление газов возможно с помощью пылегазоприёмников, встроенных в сварочные аппараты, а при сварке трубопроводов переносной или стационарной вытяжкой вентиляции. Эти меры можно использовать и при установке трубопроводов в танках. Перед проведением сварочных работ, в месте сварки и вокруг, а также шпации под местом сварки должны быть защищены от остатков нефтепродуктов.

Для предотвращения ожогов и облучения необходимо применять спец. Одежду и спец. Обувь, а для защиты лица – маску и очки. При выборе средств защиты следует руководствоваться ГОСТ 12.4.023-84, ГОСТ 21.6-87, ГОСТ 12.04.13-97.

В процессе сварки вблизи не должно находиться посторонних людей. Место работы сварщика должно быть ограждено защитами, при невозможности этого окружающим запрещается смотреть на светлую дугу.

При проведении сварочных работ сварщик должен прочно стоять либо на деревянных настилах, либо на мостах сделанных для этого.

12.5 Пожарная безопасность

Исходя из правил пожарной безопасности судах и береговых объектах МРФ, во время модернизационных мероприятий необходимо предусмотреть соблюдение правил.

К производству сварочных работ, а они являются наиболее опасными в пожарном отношении, прилегающие к месту сварки сгораемые конструкции, вещества, а так же слои краски, должны быть удалены в радиусе не менее 0,6м.

Место работы с открытым огнём следует обеспечить по согласованию с МЧС РФ и пожарной охраной всеми необходимыми средствами пожаротушения. Механизмы, ёмкости и другое оборудование должны быть освобождены и зачищены от взрывоопасных продуктов и их паров, это, в частности, относится и к танкам. В процессе эксплуатации судна всё оборудование должно быть в исправном состоянии и освидетельствовано. Судно должно быть оборудовано такими системами как: пеноводотушение, активная система углекислотного тушения и паротушения.

Кроме того, на судне установлены пожарные посты с индивидуальными средствами пожаротушения, пенные и углекислотные огнетушители, песок и другие средства для борьбы с огнём. Количество пожарных отводов и огнетушителей регламентируется в соответствии с ГОСТ 12.3005-75.

В большей степени противопожарная безопасность на судне зависит от подготовленности экипажа как в целом, так и в отдельности каждого.

12.6 Эксплуатация СЭУ

Эксплуатация СЭУ осуществляется в соответствии с Правилами по охране труда на судах морского и речного флота, утвержденных приказом министерства труда и социальной защиты РФ от 5 июня 2014г №367н. Лица, обслуживающие судовые энергетические установки, допускаются к работе только в исправной спецодежде и спец обуви. Ношение спецодежды и спец обуви во время вахты является обязательным.

Заступающие на вахту в машинно-котельное помещение должны тщательно проверить действие механизмов, арматуры и контрольно-измерительных приборов.

Средства индивидуальной защиты органов слуха должны соответствовать ГОСТ Р 12.4.255-2011 (ЕН 13819-1:2002).

Общая вибрация оценивается путем измерения на настилах в помещении главных двигателей и ДГ в соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 и ГОСТ 12.1.034-81, измерение вибрации должно быть произведено в трех направлениях: X; Y; Z. В качестве нормативных могут применятся допустимые значения одного из трех направлений. Нормативные значения могут применятся по 3-й категории вибрации- технологической. Норма приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Нормы вибрации

Нормативные параметры	Частоты актавных полос, Гц					
	2	4	8	16	31,5	63
$U\text{-}10^{-2}$	1,3	0,45	0,22	0,2	0,2	0,2
Lυ	108	99	93	92	92	92
α	0,14	0,1	0,11	0,2	0,4	0,8

U-допустимые значения виброскорости, м/с

Lυ- логарифмический уровень U, дБ

A-виброускарение, м/с²

Освещение оценивается во всех помещениях н.п. непосредственного изменения нормы таблица 3.

Разработанные мероприятия по технике безопасности и пожарной безопасности обеспечивают безопасную работу экипажа судна.

Таблица 3 - Вредные производственные факторы

Рабочее место	Вредный и опасный фактор	Нормативные документы	Допустимые параметры	Проводимые мероприятия
Машинно-котельное отделение	1 Шум	ГОСТ 12.1.003-83 Сан. Пин 2.5.2.703-98	80 дБ	Звуковая изоляция выпускных коллекторов. Звуконепроницаемая перегородка.
	2 Общая вибрация	ГОСТ 12.1.012-90 Сан. Пин. 2.5.2.703.98	105 м/с×10^{-2}	Установка амортизаторов, центровка устройств
	3 Микроклимат	ГОСТ 12.1.005-88 Сан. Пин 2.5.2.703-98	холодное: t<10ºС ν=0,3-0,5 м/с, теплое: t=8+ tср ν=1,0-1,5 м/с	Принудительная вентиляция, отопление, охлаждение
	4 Освещение	Сан. Пин.2.5.2.703-98 Сан. Пин. 23.05-95	Комбинированное 300 лк Общее 100лк	Переносные осветительные приборы, дополнительное оборудование

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

12.7 Расчёт вентиляции машинного помещения

В связи с модернизационными мероприятиями и установкой нового оборудования, встаёт необходимость расчёта вентиляции в МПК. Из-за изменения температурного режима, имеющейся вентиляции не достаточно для обеспечения нормального температурного режима МПК и скорости воздуха, по результатам расчёта монтируем вентиляторы с необходимым для нашего случая количеством воздуха подаваемого в МПК.

Санитарными правилами предусматривается определённая температура в машинном отделении.

Для определения потребного воздухообмена производим расчёт тепловыделения в МПК. Количество избыточного выделения теплоты рассматривается отдельно для главных двигателей, дизель генераторов, вспомогательного котла, в данном случае утилизационного.

Исходные данные для расчёта:

1. Главные двигатели:

Мощность главных двигателей

$$Ne = 2*930 = 1860кВт$$

Частота вращения двигателя, мин$^{-1}$

$$n = 900$$

Средняя температура наружного воздуха,%

$$\Theta = 50$$

Тепловыделение от главных двигателей определяется по формуле:

$$Qг.д.=((5,8*a*m)/(B+1))*(tср.н – tср.n)*Ne*1,163*10^{-3}=63кВт$$

Где a=1,3 – коэффициент, учитывающий частоту вращения для среднеоборотных двигателей;

M=1 – коэффициент, учитывающий изменение удельных тепловыделений у двигателей с наддувом и без наддува;

B=Δt/(tр.н.+Δt)=10/(73-(28+10)=0,286

2. Дизель генератор:

Мощность двигателей

Ne = 2*100=200 кВт

Частота вращения двигателя, мин $^{-1}$

n=750

Мощность генераторов

Nr = 100*2=200 кВт

Тепловыделение генераторов рассчитывается из условий полной нагрузки:

Qд г = Qд в+Qг, кВт

Тепловыделение приводных дизелей определяем аналогично главным двигателям:

Tср.n = 75 – 10 =65°C

A = 1,1 m=1 B=10/(65-(28+10))=0,37

$$Qг.д. = \frac{1,1*1}{0,37+1} * (65-28) * 200 * 1,163 * 10^{-3} = 9,3$$

Тепловыделение генераторов:

Qг = qг*Nг*Ψср,

Где Qг, кВт – тепловыделение генераторов;

qг = 0,0922 кВт – удельное выделение теплоты генератором;

Ψср = 0,97 – средняя эксплуатационная нагрузка дизель – генератора;

Тогда:

Qг = 0,0922*200*0,97 = 14,3

Отсюда:

$$Q_{д\ г} = 9,3+14,3 = 23,6$$

Поверхность нагрева равна:

$$H = 4,5 м^2$$

$$Q_к = (q_к * H)*2, кВт$$

Где Qк, кВт – тепловыделение утиль котлов;

qк = 0,735 – удельное тепловыделение котла;

Тогда:

$$Q_к = (0,735*4,5)*2=6,62$$

Количество приточного воздуха, передаваемого в машинное помещение определяется по формуле:

$$L_p = \frac{\Sigma Q}{C_p * \gamma * (\Delta t - \Delta t_{наг}) * 1,163 * 10^{-3}}, м^3/ч$$

Где ΣQ, кВт – сумма теплопритоков, поступающих в машинное помещение;

γ = 1,15 кг/м^3 – удельный вес наружного воздуха;

Ср=0,24 – весовая теплоёмкость наружного воздуха;

Δtнаг = 3°С – средняя температура нагрева воздуха в системе вентиляции;

Тогда:

$$\Sigma Q = 21+18,4+6,62 = 46,02$$

Отсюда:

$$L_p = \frac{46,02}{0,24 * 1,15 * (10-3) * 1,163 * 10^{-3}} = 23976\ м^3/ч$$

Исходя из полученного значения, в машинное помещение устанавливаем два вентилятора марки ВЦ-4-70-6-3 производительностью 13000 м^3/ч каждый, давление 1370 Па, КПД-80%, массой 143 кг.

Электродвигатель для привода каждого вентилятора типа 4А132-54 мощностью 7,5 кВт, частотой вращения 1140 мин $^{-1}$, частотой тока 50 Гц.

Сравнивая с ранее стоявшим вентилятором марки ВЦ-4-70-4, количество 1 шт., производительностью – 12800 м^3/ч.

Количество воздуха, подаваемого через отверстие световых люков не учитывается, так как необходимое количество воздуха для вентиляции обеспечивается вентиляторами, установленными в машинном отделении.

Вытяжка вентиляции удаляет воздух через шахту выпускных трубопроводов и фальштруб.

Таким образом предложенные средства вентиляции удовлетворяют требованиям 12.1.005-88 и общим санитарно-гигиеническим требованиям рабочих помещений, где обеспечивается необходимая скорость воздуха исходя из температуры и относительной влажности.

13 Технико-экономический расчет

13.1 Постановка задачи технико-экономических расчетов

Целью данного раздела является определение экономических показателей при эксплуатации танкера с модернизированной энергетической установкой, , и сравнения с аналогичными показателями работы танкера этого же проекта (550 А) до модернизации.

Технико-экономический расчет состоит из следующих разделов:

Определение затрат на модернизацию и балансовой стоимости судна после модернизации.

Определение навигационной провозной способности судна.

Определение эксплуатационных расходов на содержание судна.

Определение экономических показателей по перевозкам.

Анализ и оценка технико-экономического показателя.

В таблице 1 приведены основные технико-эксплуатационные характеристики судов, где танкер проекта 550 А до модернизации обозначен вариантом I, а модернизированный вариантом II.

Таблица 1 - Технико-эксплуатационные характеристики сравниваемых судов

Характеристики судна	Единицы измерения	Вариант	
		I	II
Тип судна		Танкер	танкер
Грузоподъемность	т	4800	4800
Модель главных двигателей	-	8NVD 48A	МАК М20
Номинальная мощность	кВт	2×736	2×930
Удельный расход топлива	г/кВт×ч	238	180
Удельный расход масла	г/кВт×ч	1,94	1.0
Ресурс двигателей	ч	30000	60000
Стоимость двигателей	тыс.руб.	7500	9000
Скорость хода	км/ч	20	20,7
Стоимость 1т. топлива	тыс.руб.	28	28
Стоимость 1т. масла	тыс.руб.	45	45

13.2 Расчет затрат на модернизацию

Расходы на модернизацию складываются из следующих статей расходов:
Стоимость устанавливаемого оборудования.
затраты на демонтажные работы.
затраты на монтажные работы.

Для расчета стоимости нового оборудования, а также для определения трудоемкости монтажных и демонтажных работ составляем таблицу 2.

Таблица 2 - Расчет стоимости оборудования и трудоемкости монтажный и демонтажных работ

Наименование оборудования	Количество единиц	Вес, кг		Цена единицы оборудования, руб.	Стоимость оборудования, руб.	Норма выработки, кг/ч.	Трудоемкость, нормо-ч.
		единицы оборудования	общий				
1	2	3	4	5	6	7	8
Новое оборудование:							
МАК М20	2	9800	19600	9000000	18000000	12	1633,3
Реверс редуктор	2	2400	4800	1500000	3000000	4	
Металл под фундамент			3500		210 000	4	875
Дополнительное оборудование			300		100 000	3	100
Итого					23 100 000		2608,3
Заменяемое оборудование							
8 NVD 48A	2	19050	38100	7 500 000	14 000 000	24	1587,5
Реверс редуктор	2	3400	6800	1 200 000	2 400 000	8	850
Металл под фундамент			3500		210 000	8	437,5
Дополнительное оборудование			300		100 000	6	50
Итого	2	19050	38100		16710000	24	2925

Расчет отдельных статей затрат на модернизацию

Расчет стоимости модернизационных мероприятий выполняется по таблице 3

Таблица 3 - Сводная калькуляция стоимости модернизационных работ

№	Наименование статей.	Сумма, руб.
1	Стоимость нового оборудования с учетом транспортно-заготовительных работ	25872000
2	Основная заработная плата производственных рабочих	921294,4
3	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	82916,5
4	Отчисление на социальные нужды (единый социальный налог)	301263
5	Расходы на подготовку и освоение производства	50210,5
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	1506315
7	Общецеховые расходы	552315,5
8	Общезаводские расходы	803368
9	Итого по статьям 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	29 260 517,9
10	Прочие производственные расходы	585210,3
11	Итого производственная себестоимость (п.9+п.10)	29 845 728,2
12	Прибыль	7461432
13	Всего стоимость модернизационных мероприятий	37 307 160

1. Стоимость нового оборудования с учетом транспортно-заготовительных работ:

23 100 000+ 12% = 25872000 руб.

2. Основная заработная плата производственных рабочих:

ЗПо=Т×С×Кд

Т- общая трудоемкость модернизации;

С- среднечасовая тарифная ставка работ;

Кд=1,11- коэффициент, учитывающий;

ЗПо=(2608,3+2925) ×150×1,11=921294,4 руб.

3. Дополнительная заработная плата производственных рабочих:

ЗПдоп=ЗПо×Кдоп/100, где

ЗПо- основная заработная плата производственных рабочих;

Кдоп= 9%- норматив дополнительной заработной платы;

ЗПдоп=921294,4 ×9/100=82916,5 руб.

4. Отчисление на социальные нужды:

(921294,4 +82916,5) ×30/100=301263 руб.

30%- единый налог на социальные нужды.

5. Расходы на подготовку и освоение производства:

1004210×5/100=50210,5 руб.

6. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования:

1004210×150/100=1506315 руб.

7. Общецеховые расходы:

1004210×55/100=552315,5 руб.

8. Общезаводские расходы:

1004210×80/100=803368 руб.

9. Прочие производственные расходы:

29 260 517,9×2/100=585210,3 руб.

10. Полная производственная себестоимость модернизационных работ:

29 260 517,9+585210,3 = 29 845 728,2 руб.

11. Прибыль:

29 845 728,2 ×25/100=7461432 руб.

12. Стоимость модернизационных мероприятий:

29 845 728,2 +7461432 =37 307 160 руб.

Затраты на модернизацию в целом:

М=Км-Кост, где

Км- стоимость модернизационных мероприятий;

Кост- остаточная стоимость заменяемого оборудования;

Остаточная стоимость заменяемого оборудования:

$$K_{ост} = K_{п} \times \left(1 - \frac{T_{ф}}{T_{а}}\right)$$; где

Кп- первоначальная стоимость оборудования;

Тф= 15 лет- фактический срок службы;

Та= 30 лет- срок полезного использования;

$$K_{ост} = 16700000 \times \left(1 - \frac{15}{30}\right) = 8350000 \text{ руб.}$$

Затраты на модернизацию равны:

М=37 307 160 – 8350000= 28 957 160 руб.

Балансовая стоимость судна после модернизации:

Кп=Кдо м+М, где

Кдо м=420 млн. руб.- балансовая стоимость судна до модернизации;

Кп= 420000000+ 28957160 = 448957160руб.

Балансовая стоимость судна после модернизации **448,9** млн. руб.

13.3 Расчет производственных показателей

Расчет провозной способности судна определяют по выражению:

$A_г = \sigma_{пр} \times L_{гпр} + \sigma_{обр} \times L_{гобр}$, где

Аг- грузооборот за навигацию;

σпр,σобр-количество перевезенных грузов за навигацию, в прямом и обратном направлении;

Lгпр,Lгобр- расстояние перевозки грузов в прямом и обратном направлении;

$\sigma_{пр} = \varepsilon_{пр} \times Q \times n_{кр}$,

$\sigma_{обр} = \varepsilon_{обр} \times Q \times n_{кр}$, где

εпр,εобр= 1- коэффициент использования грузоподъемности судна;

Q= 4800 т- грузоподъемность судна;

nкр- количество круговых рейсов за навигацию;

Так как в обратном направлении теплоход следует порожнем, то провозная способность судна находится:

$A_г = \varepsilon_{пр} \times Q \times n_{кр} \times L_{гпр}$

Число круговых рейсов за навигацию определяется:

$n_{кр} = \frac{t_{рп}}{t_{кр}}$,где

tрп- продолжительность рабочего периода, сут;

tкр- время кругового рейса, сут;

Продолжительность рабочего периода равна:

tрп=0,96×270=260 сут.

Время кругового рейса:

tкр=tх+tст+tм, где

tх- ходовое время, сут.;

tст- стояночное время, сут.;

tм-время на маневровые операции, сут.;(10% от tх)

Стояночное время определяется по выражению:
tст=tпгр+tвгр+tпроч, где
tпгр,tвгр- время на погрузку и выгрузку
tпроч- время на прочие операции, 30% от tпгр,tвгр;
tст1=0,26+0,26+0,16=0,68 сут.,
Ходовое время определяется по выражению:

$$t_x = \Sigma \frac{L}{\upsilon \pm \omega}$$, где

L- протяженность пути, км;
ν- скорость движения судна, км/ч;
ω- потери и приращение скорости течения воды¸км/ч;
Протяженность пути 1323 км, при этом проходит через 2 водохранилища. Распределим весь путь на участки- речные и озерные.
Таблица 4 - Протяженность пути по участкам с изменением скорости

Участок пути	Вид участка	Протяженность, км.	Учет течения	
			Приращение (при движении вниз)	Потери (при движении вверх)
Самара-Сызрань	Речная часть	123	+2,5	-2,5
Сызрань-Балаково	Озерная часть	155	+0,5	-0,5
Балаково-Саратов	Речная часть	163	+2,5	-2,5
Саратов-Волжский	Озерная часть	377	+0,5	-0,5
Волжский-Астрахань	Речная часть	505	+2,5	-2,5

Расчеты времени до модернизации
Ходовое время:

$$t_x = \frac{123}{20+2,5} + \frac{155}{20+0,5} + \frac{163}{20+2,5} + \frac{377}{20+0,5} + \frac{505}{20+2,5} + \frac{505}{20-2,5} + \frac{377}{20-0,5} +$$
$$+ \frac{169}{20-2,5} + \frac{155}{20-0,5} + \frac{123}{20-2,5} = 142ч = 5,9 \text{ сут.}$$

Маневровое время:
tм=5,9×10/100=0,59 сут.
Стояночное время:

tст=0,68 сут.

Время кругового рейса:
tкр=5,9+0,68+0,59=7,17 сут.

Число круговых рейсов за навигацию:

$$n_{кр} = \frac{260}{7{,}17} = 36$$

Расчет времени после модернизации:

Ходовое время:

$$t_x = \frac{123}{20{,}7+2{,}5} + \frac{155}{20{,}7+0{,}5} + \frac{163}{20{,}7+2{,}5} + \frac{377}{20{,}7+0{,}5} + \frac{505}{20{,}7+2{,}5} + \frac{505}{20{,}7-2{,}5} +$$
$$+ \frac{377}{20{,}7-0{,}5} + \frac{163}{20{,}7-2{,}5} + \frac{155}{20{,}7-0{,}5} + \frac{123}{20{,}7-2{,}5} = 134ч = 5.6 \text{ сут.}$$

Маневровое время:
tм=5.6×10/100=0,56 сут.

Стояночное время:
tст=0,68сут.
Время кругового рейса:
tкр=5.6+0,68+0,56= 6.84 сут.
Число круговых рейсов за навигацию:

$$n_{кр} = \frac{260}{6{,}84} = 38$$

Провозная способность судна за навигацию:
до модернизации:
Аг=1323×1×4800×36= 228614400 ткм.
после модернизации:
Аг=1323×1×4800×38= 242227200 ткм.

13.4 Расчет эксплуатационных расходов по судну

Месячный фонд заработной платы экипажа судна указан в таблице 5.

Таблица 5 - Месячный фонд заработной платы экипажа

Занимаемая должность	Количество, чел.	Должностной оклад, руб.	Сумма месячных должностных окладов, руб.
Капитан	1	65000	65000
Старший штурман	1	59860	59860
II-й штурман	1	48450	48450
III-й штурман	1	36160	36160
Старший механик	1	40150	40150
I-й пом. механика	1	38460	38460
II-й пом. механика	1	27500	27500
III-й пом. механика	1	25800	25800
Пом.мех.по электрооборуд.	1	36470	36470
Старший моторист- матрос	1	32150	32150
Моторист- матрос I класса	3	31680	95040
Моторист- матрос II класса	2	21450	42900
Повар	1	31960	31960
Матрос	1	21070	21070
итого	17		601050

1 Заработная плата экипажа судна за навигационный период, период вооружения и разоружения, период зимнего отстоя:

$$Э_{от} = k_р \times M\left[\frac{t_э}{30{,}5}\times(1+k_{дэ})+\frac{t_{вр}}{30{,}5}+\frac{(1+k_{дзо})\times n_{зо}\times t_{зо}}{30{,}5\times n}\right]$$, где

kp=1- районный коэффициент регулирования оплаты труда;

M= 621,05 тыс. руб.- месячный фонд заработной платы экипажа судна;

tэ= 270 сут.- продолжительность периода эксплуатации судна;

30,5- среднее число дней в месяце;

kдэ= 0,4- коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату, премии и надбавки к должностным окладам;

tвр= 14 сут.- продолжительность периода вооружения и разоружения судна;

n= 17 чел.- количество членов экипажа;

nзо= 2,8 чел.- штатный измеритель по зимнему отстою;

kдзо= 0,1- коэффициент, учитывающий доплаты и дополнительную заработную плату в период зимнего отстоя;

tзо- продолжительность зимнего отстоя:

tзо=365-(tэ+tвр)=365-(270+14)=80сут.

Заработная плата экипажа судна:

$$Э_{от}=1\times 601{,}05\times\left[\frac{270}{30{,}5}\times(1+0{,}4)+\frac{14}{30{,}5}+\frac{(1+0{,}1)\times 17\times 80}{30{,}5\times 17}\right]=7329 \text{ тыс. руб.}$$

2 Отчисления на социальные нужды:

$$Э_{сн}=\frac{\varphi\times Э_{от}}{100}$$, где

φ= 30%- размер социального налога;

$$Э_{сн}=\frac{30\times 7329}{100}=2198 \text{ тыс. руб.}$$

3 Расходы на бесплатное питание экипажа:

$$Э_{бп}=250\times 17\times 270=1147 \text{ тыс. руб.}$$

4 Расходы на топливо и смазочные материалы:

расходы на топливо:

$$Э_{т}=Ц_{т}\times 24\times 10^{-6}\times N\times(b_{T}^{x}\times t^{x}+b_{T}^{м}\times t^{м}+b_{T}^{ст}\times t^{ст})\times k_{э}$$, где

Цт= 28 тыс. руб. -отпускаемая цена топлива;

N- мощность судовой силовой установки, кВт;

$b_{т}^{x}, b_{т}^{м}, b_{т}^{ст}$ - нормы расхода топлива на главные и вспомогательные механизмы в ходу, маневрах и стоянках, г/кВт×ч; ($b_{m}^{x}=1, b_{m}^{м}=0{,}55, b_{m}^{ст}=0{,}1$)

$t^{x}, t^{м}, t^{ст}$ - время хода, маневров, стоянок судна за навигацию, сут.;

kэ= 1,02- коэффициент, учитывающий затраты на топливо, связанные с вводом в эксплуатацию и выводом из эксплуатации;

Расходы на смазочные и другие материалы:

$$Э_{м}=k_{м}\times Ц_{см}\times 24\times 10^{-6}\times N\times(b_{см}^{x}\times t^{x}+b_{см}^{м}\times t^{м}+b_{см}^{ст}\times t^{ст})\times k_{э},$$

kм=1,05- коэффициент, учитывающий дополнительные расходы на другие материалы по судну;

Цсм= 45 тыс. руб.- отпускаемая цена смазочных материалов;

$b_{см}^{x}, b_{см}^{м}, b_{см}^{ст}$ - нормы расхода смазки на главные вспомогательные механизмы в ходу, на маневрах, и стоянке;

Расходы на топливо и смазочные материалы до модернизации:

$$Э_т = 28 \times 24 \times 10^{-6} \times 1472 \times (238 \times 212{,}4 + 154{,}7 \times 24{,}5 + 23{,}8 \times$$
$$\times 21{,}3) \times 1{,}02 = 55385{,}6 \text{ тыс. руб.}$$
$$Э_м = 1{,}05 \times 45 \times 24 \times 10^{-6} \times 1472 \times (1{,}94 \times 212{,}4 + 1{,}26 \times 24{,}5 + 0{,}194 \times$$
$$\times 21{,}3) \times 1{,}02 = 781 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы на топливо и смазочные материалы после модернизации:

$$Э_т = 28 \times 24 \times 10^{-6} \times 1860 \times (180 \times 213{,}8 + 89 \times 25{,}8 + 17{,}6 \times$$
$$\times 21{,}2) \times 1{,}02 = 49629 \text{ тыс. руб.}$$
$$Э_м = 1{,}05 \times 45 \times 24 \times 10^{-6} \times 1860 \times (1 \times 213{,}8 + 0{,}55 \times 25{,}8 + 0{,}1 \times$$
$$\times 21{,}3) \times 1{,}02 = 483 \text{ тыс. руб.}$$

5 Амортизационные отчисления:

$$Э_А = \frac{a_{ам} \times K_c}{100}$$

где $a_{ам}$ - норматив амортизационных отчислений, 4,2%;

K_c - балансовая стоимость судна.

До модернизации: $Э_A = \frac{420000 \times 4{,}2}{100} = 17640$ тыс. руб.

После модернизации: $Э_A = \frac{448957 \times 4{,}2}{100} = 18856$ тыс. руб.

6 Затраты на ремонт судна включают расходы на текущий зимний, текущий навигационный, средний и капитальный ремонт судна:

$$Э_р = \frac{(a_{зр} + a_{нр} + a_{кр}) \times K_c}{100}$$

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% .

До модернизации: $Э_р = \frac{(1{,}2+0{,}2+2{,}5)\times 420000}{100} = 16380$ тыс. руб.

После модернизации: $Э_р = \frac{(1{,}2+0{,}2+2{,}5)\times 448957}{100} = 17509{,}3$ тыс. руб.

7 Платежи за комплексное и хозяйственное обслуживание судов и услуг сторонних организаций $Э_{к\ х\ о}$ принимаются от суммы всех предыдущих расходов в размере, %:

– для речных грузовых и буксирных судов – 1,0;

До модернизации: Экхо=108,6 тыс. руб.

После модернизации: Экхо=971,5 тыс. руб.

8 Прочие прямые расходы по судну $Э_{проч}$ принимаются от суммы предыдущих расходов в размере, %:– для речных грузовых судов – 1%

До модернизации: Эпроч=1018,6 тыс. руб.

После модернизации: Эпроч=981,2 тыс. руб.

Таблица 6 - Эксплуатационные расходу по содержанию судна по статьям затрат

Статьи затрат по содержанию судна	Значение статей затрат		Соотношение второго варианта с первым, %
	Базовый вариант (первый)	Модернизируемый Вариант (второй)	
	тыс.р.	тыс.р.	
1. Заработная плата экипажей судов за год.	7329	7329	100
2. Отчисления на социальные нужды.	2198	2198	100
3. Рацион бесплатного питания.	1147	1147	100
4. Топливо.	55385,6	49629	
5. Смазочные и другие материалы.	781	483	89
6. Амортизация.	17640	18856	106
7. Ремонт судна.	16380	17509,3	

Продолжение таблицы 6

8. Платежи за комплексное и хозяйственное обслуживание судов	1008,6	971,5	96,3
9. Прочие прямые расходы.	1018,6	981,2	96,3
Всего расходов по судну (Эпр)	101878,6	99104	102,7

Общие расходы по перевозкам:

До модернизации: Эобщ=101878,6+10187,8=**112066,5** тыс.руб.

После модернизации: Эобщ=99104+9910,4=**109014,4** тыс.руб.

Расчет экономических показателей по перевозкам

Для оценки экономической эффективности модернизируемой СЭУ судна производится расчет и сравнение экономических показателей базового варианта с модернизируемым вариантом.

1 Себестоимость перевозок грузов:

До модернизации: $S = \frac{112066500}{228614400} = 0{,}490$ р/ткм

После модернизации: $S = \frac{109014400}{242227200} = 0{,}450$ р/ткм

2 Затраты на рубль доходов:

$$З = \frac{Э_{общ}}{Д},$$

где Д – доходы, полученные от перевозок, тыс. руб.:

$$Д = d \cdot A;$$

где d, $d_д$ – средняя доходная ставка соответственно на перевозках, руб./ткм;

В работе принимается в качестве постоянной величины на уровне:

$$d = 1{,}35 \cdot S_1,$$

где S_1 – себестоимость перевозок

$d = 1{,}35 \cdot 0.49 = 0{,}661$

Затраты на рубль доходов:

До модернизации: Д=0,661×228614400=151114118 руб.

$$З = \frac{112066500}{151114118} = 0{,}741 \text{ р/р}$$

После модернизации: Д= 0,661× 242227200=160112179 руб.

$$З = \frac{109014400}{160112179} = 0{,}680 \text{ р/р}$$

3 Производительность труда экипажа судна

До модернизации: $П_{тр} = \frac{228614}{17} = 13447{,}8$ тыс. ткм/чел.; или

$$П_{тр} = \frac{151114}{17} = 8300{,}8 \text{ тыс. руб/чел.}$$

После модернизации: $П_{тр} = \frac{242227}{17} = 14248{,}6$ тыс. ткм./чел. или

$$П_{тр} = \frac{160112}{17} = 9418{,}3 \text{ тыс. руб./чел.}$$

4 Фондоотдача:

$$f_{отд} = \frac{Д}{К}$$

где К - стоимость судна , руб

До модернизации: $f_{отд} = \frac{228614400}{420000000} = 0{,}544$ ткм/р. или

$$f_{отд} = \frac{151114118}{420000000} = 0{,}359 \text{ р/р.}$$

После модернизации: $f_{отд} = \frac{242227200}{448957160} = 0{,}539$ ткм/р. или

$$f_{отд} = \frac{160112179}{448957160} = 0{,}356 \text{ р/р.}$$

5 Фондоемкость:

До модернизации: $f_{емк} = \frac{420000000}{228614400} = 1{,}837$ р/ткм. Или

$f_{емк} = \frac{420000000}{151114118} = 2{,}779$ р/р.

После модернизации: $f_{емк} = \frac{448957160}{242227200} = 1{,}853$ р/ткм. Или

$f_{емк} = \frac{448957160}{160112179} = 2{,}804$ р/р.

6 Удельные приведенные затраты:

$$З_{уд} = S + E_н \cdot К_{уд}$$

где $E_н$ - нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, принимаемый в расчётах по экономической эффективности судов, *$E_н$=0,25*.

До модернизации: Зуд=0,49+0,25×1,837=0,949 р/ткм.
После модернизации: Зуд=0,45+0,25×1,853=0,913 р/ткм.
Годовой экономический эффект:
Эгод=(0,949 -0,913)× 242227,2=8720,17тыс. руб.

7 Прибыль от перевозки грузов:
До модернизации: Пп=151114118-112066500 =39 047 618 руб.
После модернизации: Пп=160112179 -109014400 =51 097 779 руб.

8 Уровень рентабельность текущих затрат:

До модернизации: $У_р = \frac{39047{,}6 \times 100}{112066} = 34{,}8\%$

После модернизации: $У_р = \frac{51097{,}7 \times 100}{109014} = 46{,}8\%$

9 Уровень рентабельности основных фондов:

До модернизации: $У_{рф} = \frac{39047{,}6 \times 100}{420000} = 9{,}2\%$

После модернизации: $У_{рф} = \frac{51097,7 \times 100}{448957} = 11,3\%$

10 Чистая прибыль:

Пч=Пп-Ни-Нп-Нм, где

Ни=$\frac{2 \times К_с}{100}$ - налог на имущество, тыс. руб.;

Нп=0,2×(Пп-Ни)-налог на прибыль, тыс. руб.;

Нм=0,03×(Пп-Ни-Нп)- местные налоги, тыс. руб.;

До модернизации:

$$Н_и = \frac{2 \times 420000}{100} = 8400 \text{ тыс. руб.}$$

Нп=0,2×(39 047, 6 -8400)=6129,2 тыс. руб.

Нм=0,03×(39 047, 6 -8400-6129,2)=735,5 тыс. руб.

Пч=39 047, 6 -8400-6129,2-735,5=23783,5 тыс. руб.

После модернизации:

$$Н_и = \frac{2 \times 448957}{100} = 8979,1 \text{ тыс. руб.}$$

Нп=0,2×(51 097, 7-8979б1)=8423,7 руб.

Нм=0,03×(51 097, 7-8979б1-8423,7)= 1010,8 тыс. руб.

Пч=51 097, 7-8979б1-8423,7-1010,8 = 32 684,1 тыс. руб.

Срок окупаемость:

$$Т_{ок} = \frac{28\,957,1}{32684,1 - 23783,5} = 3,25 \text{ лет.}$$

3,25 < 30

13.5 Анализ и оценка технико-экономических показателей флота

Для выполнения заключительного анализа результаты технико-экономических расчетов по модернизируемому и базовому судну заносятся в сводную таблицу.

Таблица 7 - Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	Базовое судно (I вариант)	Модерни-зи-руемое судно (II вариант)	Соотношение второго варианта к первому, %
1. Грузоподъемность, т.	4800	4800	100
2. Мощность ГСЭУ, кВт.	1472	1860	126
3. Скорость движения, км/ч.	20	20,7	103,5
4. Провозная способность, млн. ткм.	228	242	106,1
5. Балансовая стоимость, млн. р.	420	449	106,9
6. Эксплуатационные расходы, тыс.р.	112066	109014	97,3
7. Себестоимость перевозок, р./ткм.	0,49	0,45	91,8
8. Производительность труда, тыс.р./чел.	13447	14248	105,9
9. Удельные капитальные вложения, р./ткм.	1,837	1,853	100,8
10. Фондоотдача, ткм./р.	0,544	0,539	99
11. Приведенные затраты, р./ткм.	0,949	0,913	96,2
12. Годовой экономический эффект, тыс.р.	-	8720,1	-
13. Прибыль от перевозки грузов, тыс. р.	39047,6	51097,7	130
14. Рентабельность основных фондов, %.	9,2	11,3	-
15. Рентабельность текущих затрат, %.	34,8	46.8	-
16. Срок окупаемости, лет.	-	3,25	-

В результате проведенного технико-экономического расчета было определено следующее:

На модернизацию танкера проекта 550А с силовой установкой МАК М20, были затрачены средства и балансовая стоимость модернизируемого судна стала выше, чем у судна прототипа и составила почти 449 млн. руб. Однако расходы на топливо, в связи с более совершенным и экономичным двигателем, снизились на 5%, не смотря на то, что установлены более мощные двигатели (мощность каждого возросла на 194 кВт). В результате увеличения мощность

главных двигателей, скорость хода увеличилась на 0,7 км/ч, что привело к увеличению провозной способности на танкера на 6% .

Годовой экономический эффект от модернизации танкера составил 8,7 млн. руб.

Себестоимость перевозок снизилась на 8,2%, повысилась производительность труда экипажа.

Анализ показателей сравниваемых судов до и после модернизации показывает, что предлагаемый вариант является целесообразным и может быть рекомендован для внедрения на судах проекта 550А.

Заключение

В данном дипломном проекте рассмотрен вопрос повышения эффективности танкера проекта 550А, за счет снижения расходов на топливо и смазку, путем модернизации Главной Судовой Энергетической установки.

Использование в качестве главных двигателей модернизированного судна дизелей марки МАК М20 увеличило мощность судовой энергетической установки на 194х2 кВт. Расчетная скорость судна оказалась выше заданной на 0,7 км/ч и составила 20,7 км/ч. За счет повышения скорости хода увеличилась провозная способность судна, что привело к повышению доходов от перевозок грузов.

Замена главных двигателей позволило снизить эксплуатационные расходы на топливо в размере 3 млн.руб.

Годовой экономический эффект от модернизации танкера составил 8,7 млн. руб.

На основе технико-экономических показателей можно сделать вывод, что модернизированный вариант танкера проекта 550А, не смотря на дополнительные затраты на модернизацию, более экономичен и рентабелен.

Библиографический список

1. Возницкий И.В. Вяртсиля среднеоборотные двигатели модельного ряда L20-L/V32. Конструкция эксплуатация и техническое обслуживание. Издательство «Моркнига», 2008.-127 с.

2. Возницкий И.В. Топливная аппаратура судовых дизелей. Конструкция, проверка состояния и регулировка. Издательство «Моркнига», 2007.-128 с. ISBN 978-5-903080-30-4

3. Возницкий И.В. Практика использования морских топлив на судах. Издание третье переработанное и дополненное. Издательство «Моркнига», 2005.-124 с. ISBN 5-94218-009-X

4. Корнилов Э.В., Бойко П.В., Смирнов В.П. Технология топливоподготовки на судне. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 246 с. ISBN 966-691-199-X

5. Селиверстов В.М., Иванов И.А., Водопьянов И.А. Очистка топлива на речном флоте. – М.: Транспорт, 1986. — 224 с .

6. Пахомов Ю.А., Коробков Ю.П., Дмитриевский Е.В., Васильев Г.Л. Топливо и топливные системы судовых дизелей. Издательство «РКонсульт», 2004. – 496 с.: ил. ISBN 5-94976-010-7

7.Данные по двигателю MaK m20 https://seaspirit.ru/sudomexaniki/shipengine/dvigateli-mak-m20.html

8.Комплект документации двигателя MaK m20 https://www.caterpillar.com/ru/company/brands/mak.html

9. Фильтр для топливной системы дизеля с предварительной ультразвуковой обработкой. http://www.freepm.ru/Models/103488

10. Технологии кавитационной обработки нефти и нефтепродуктов. http://utinlab.ru/articles/obrabotka-nefti-i-nefteproduktov

11. Применение ультразвуковой обработки топлива для снижения сернистого износа деталей двигателя. http://sibac.info/15244

12. Перспективы применения кавитационных технологий для интенсификации химико-технологических процессов. http://vestnik.tstu.ru/rus/t_14/pdf/14_4_011.pdf

13. Калугин В.Н., Корнилов Э.В., Кулешов И.Н. Технологии обработки мусора на судах, инсинераторы. Учебное пособие. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 52 с.: ил. ISBN 966-691-185-X

14. Зубрилов С.П. Охрана окружающей среды при эксплуатации судов. С.-Петербург: Судостроение, 1989. – 256 с.

15. Установка судовая автоматизированная для сжигания судовых отходов СП-10. http://kiev.all.biz/ustanovka-sudovaya-avtomatizirovannaya-dlya-g14843

16. Борисов Н.Н., Пискунов В.А., Пономарёв Н.А., Садеков М.Х. Основные требования к оформлению дипломных и курсовых проектов (работ): Методические указания к оформлению дипломных и курсовых проектов (работ), а также отчётов о научно-исследовательской работе, выполняемых студентами электромеханического факультета / Н.Н. Борисов, В.А. Пискунов, Н.А. Пономарёв, М.Х. Садеков. – Н. Новгород: Издательство ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2005. – 66 с.

17. Савинов В.И.Охрана труда: Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» для студентов специальности 280202 «Инженерная защита окружающей среды» / В.И.Савинов. – Н. Новгород: Издательство ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2005 – 24 с.

18. Беспалов В.И. Судовые энергетические установки: конспект лекций для студ.оч.и заоч.обуч. специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок»/ В.И.Беспалов, В.В.Колыванов. - Н.Новгород :изд-во ФГБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – 108 с.

19. Борисов Н.Н. Эксплуатация судовых вспомогательных механизмов, устройств и систем: конспект лекций для студ. 5 курса специальности 180405.65 «Эксплуатация судовых энергетических установок»/ Н.Н. Борисов, Н.А. Пономарёв, С.Г. Яковлев. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2014. – 64 с.

20. Варечкин, Ю.В. Судовые турбомашины. Методические указания и контрольные задания / Ю.В. Варечкин, А.А. Батялов, М.Ю. Храмов - Н.Новгород: ВГАВТ, 2010. – 140 с.

21. Возницкий, И.В Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2.Теория и эксплуатация двигателей. / И.В.Возницкий.,А.С.Пунда. - М.:Моркнига, 2008. - 470 с.

22. Возницкий И.В., Пунда А.С. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 1 - М.: Моркнига, 2010. — 264 с.

23. Двигатели внутреннего сгорания речных судов. / О.Н. Лебедев, В.А. Сомов, С.А. Калашников - М.: Транспорт, 1990.

24. Дейнего Ю.Г.Эксплуатация судовых энергетических установок, механизмов и систем. Практические советы и рекомендации. М.: Моркнига, 2012. - 340с.

25. Енин В.И., Денисенко Н.И., Костылев И.И. Судовые котельные установки. - М.: Транспорт, 1993.

26.Захаров Т.В. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок. / Т.В. Захаров. М.ТрансЛит, 2010. - 304 с.

27. Лебедев, О.Н. Судовые энергетические установки и их эксплуатация /О.Н. Лебедев, С.А. Калашников. М.: Транспорт, 1987. - 336 с.

28. Матвеев, Ю.И. Автоматизированные системы СЭУ: учебное пособие/ Ю.И. Матвеев, М.Ю. Храмов, А.Г. Чичурин. - Н.Новгород: ФГОУ ВПО "ВГАВТ", 2010. – 50 с. 30. Эксплуатация судовых энергетических установок/Ю.И.Матвеев, А.В.Троицкий, М.Ю. Храмов. - Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – 100 с.

29. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г, измененная протоколом 1978 г. (МАРПОЛ-73/78). Книги I и II, - СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2008. - 760 с. 33. Наставление по предотвращению загрязнения внутренних водных путей при эксплуатации судов. РД 152-011-00/ Минтранс РФ. – М.:2000. – 22с.

30. Носенко С.Е., Носенко Е.С. Судовые системы и их эксплуатация. Учебное пособие: в 2 ч. Ч.1. – Новороссийск: МГА имени адмирала Ф.Ф.Ушакова, 2006. – 100с.

31. Носенко С.Е. Судовые системы и их эксплуатация. Учебное пособие: в 2 ч. Ч.2. /С.Е.Носенко, Е.С. Носенко.– Новороссийск: МГА имени адмирала Ф.Ф.Ушакова, 2009. – 116с.

32. Осипов, О.В. Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания. — Владивосток : МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2011. — 210 с.

33 Пахомов Ю.А., Колобков Ю.П., Дмитриевский Е.В., Васильев Г.Л. Топливо и топливные системы судовых дизелей. / Под ред. Ю.А. Пахомова – М.: РКонсульт, 2004. - 496 с.

34. Пахомов Ю.А. Судовые энергетические установки с двигателями внутреннего сгорания. - М.: ТрансЛит, 2007. - 525 с.

35. Расчет, проектирование и техническая эксплуатация судового вспомогательного энергетического оборудования: метод. рекомендации к выполнению курсового проектирования для студентов очного и заочного обучения специальности 26.05.06. 65 «Эксплуатация судовых энергетических установок» / С.Г.

Яковлев, Ю.В. Варечкин – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. – 46 с.

36. РД 31.04.23-94. Наставление по предотвращению загрязнения с судов.

37. Российский Речной Регистр. Правила в 5-и томах./Рос. Речной регистр. - М.: 2015.

38. Санитарные правила и нормы. Водный транспорт. Суда внутреннего и смешанного (река- море) плавания. СанПиН 2.5.2-703-98. 47.Сизых, В.А. Судовые энергетические установки и их эксплуатация: – 4-е изд., переработанное и дополненное/ В.А. Сизых. - М.: ТРАНСЛИТ, 2006. - 352 с.

39.Цветков, В.С. Эксплуатация СДУ. Особенности эксплуатации ГД при различных условиях плавания: конспект лекций / В.С. Цветков. – Н. Новгород: ФГОУ ВПО "ВГАВТ", 2006. – 44 с.

40. Яковлев С.Г. Судовые системы. Конспект лекций для студентов очного и заочного обучения специальности 260506 «Эксплуатация судовых энергетических установок» / С.Г. Яковлев. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. – 108 с.

41.Борисов Н.Н., Колыванов В.В., Храмов Ю.М. Основные требования к дипломным проектам и их оформлению: Издательство ФГБУ ВО ВГУВТ, 2015. – 68с.

42.Новиков А.В., Пузанова Н.В. Экономика транспорта: Издательство ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012 г.- 60с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технологический процесс установки дизель- редукторного агрегата

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

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПФв-04.207.120.001 ПЗ	Лист 100

ГОСТ 3.1105-84 Форма 2

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист.	№извещен.	Подпись	Дата

ВГУВТ

Кафедра технических дисциплин

Технологический процесс установки ДРА на судовой фундамент.

Проверил :
Ларинин Д.М.

____ _____ 2018г.

Пермь
2018г.

Разработал студент :
Калимуллин А.М.

____ _____ 2018г.

Т/Л	

ГОСТ 3.1118–82 Форма 1

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№докум	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№докум	Подпись	Дата

Разраб.	Калимуллин		
Проверил	Ларинин		
Конс.			
Утв.			
Н.Контр.			

ВГУВТ

Кафедра технических дисциплин

Номер цеха	Номер участка	Номер операции	Наименование и содержание операции	Оборудование (Код. наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (Код. наименование)	Режущий инструмент (Код. наименование)	Измерительный инструмент (Код. наименование)
		000	Подготовительная		Щетка металлическая		Линейка 1000
					ГОСТ 6388–91		ГОСТ 427–75
					Шабер		
					ГОСТ2330–77		
					Чертилка		
					ГОСТ2447 3–80		
					Напильник плоский		
					ГОСТ 51652–82		
				Аппарат сварочный	Электрод Э–46		
				ВС–301	ГОСТ 9467–75		
				Шлиф. машина	Круг шлиф. ПП25А		
				УМ–750	ГОСТ 2424–83		

МК

ГОСТ 3.1118–82 Форма 1

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№докум	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№докум	Подпись	Дата

Номер цеха	Номер участка	Номер операции	Наименование и содержание операции	Оборудование (Код. наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (Код. наименование)	Режущий инструмент (Код. наименование)	Измерительный инструмент (Код. наименование)
		005	Базирование ДРА	Кран	Стропа 2ск12.5		
				портальный	ГОСТ 25573–82		
					брусья деревянные		
					Отжимные болты М24х2		
					ГОСТ 7798–70		
					Ключи гаечные		
					ГОСТ 2839–80		
		010	Центровка ДРА в корпусе судна	Индикатор ИЧ 10кл. 1			Линейка 1000
				ГОСТ 577–68			ГОСТ 427–75
							Набор щупов
							ГОСТ 882–72

МК

ГОСТ 3.1118–82 Форма 1

Дубл.
Взам.
Подл.

Изм. Лист №докум Подпись Дата

Номер цеха	Номер участка	Номер операции	Наименование и содержание операции	Оборудование (Код. наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (Код. наименование)	Режущий инструмент (Код. наименование)	Измерительный инструмент (Код. наименование)
		015	Сверлильная		Станок сверлильный	Сверло ф 6, 12, 24	Линейка 1000
					Messer MDM–60	ГОСТ2097–77	ГОСТ 427–75
					Чертилка	Развертка ф 24	
					ГОСТ2447 3–80	ГОСТ11175–65	
		020	Монтаж ДРА		Комплект для изготовления		
					подкладок из ФМВ		
					Уровень		Линейка 1000
					ГОСТ 5876–88		ГОСТ 427–75
					Болты крепежные М24х2		
					ГОСТ 380–94		
					Болты призонные М24		
					ГОСТ 7817–80		
					Ключи гаечные		
					ГОСТ 2839–80		
МК							

ГОСТ 3.1118–82 Форма 1

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№докум	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№докум	Подпись	Дата

Номер цеха	Номер участка	Номер операции	Наименование и содержание операции	Оборудование (Код. наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (Код. наименование)	Режущий инструмент (Код. наименование)	Измерительный инструмент (Код. наименование)
		025	Контрольная		Индикатор ИЧ 10кл. 1		Линейка 1000
					ГОСТ 577–68		ГОСТ 427–75
					Ключ динамометрический		Набор щупов
					ГОСТ 25603–83		ГОСТ 882–72
МК							

ГОСТ 3.1404–86 Форма 2

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Разраб.	Калимуллин			ВГУВТ			Подготовительная
Проверил	Ларинин						
Н.контр.				Подготовительная операция			000

Наименование операции	Наименование и марка материала	Масса	Заготовка		
			Профиль и размеры	Твердость	Масса
000 Подготовительная					

Кол. дет.	Оборудование (наименование, модель)	Приспособ.		Охлаждение
1		Код и наименов.		Без охлаждения

№	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетные размеры		t	i	Режим обработки			To	Ta
		Вспомогательный	Слесарно-монажный	Измерительный	диаметр	длина			S	n	V		
1	Очистить поверхность от грязи		Напильник плоский										
			ГОСТ 51652–82										
			Щетка металлическая										
			ГОСТ 6388–91										
			Шабер										
			ГОСТ2330–77										
2	Обработать шлифовальной		Шлифовальная машина										
	машиной		УМ–750										
			Круг шлиф. ПП25А										
			ГОСТ 2424–83										
3	Отметить осевые риски		Чертилка	Линейка 1000									
			ГОСТ24473–80	ГОСТ 427–75									
4	Приварить платики	сварочный аппарат ВС–301	Электрод Э-46 ГОСТ 9467-75										
5	Шлифовать	Шлифовальная машина	Круг шлиф. ПП25А										
		УМ–750	ГОСТ 2424–83										

ОК									

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Разработал	Калимуллин			ВГУВТ		Подготовительная	
Проверил	Ларинин						
Руководитель							
Н Контр.							000
Утвердил							

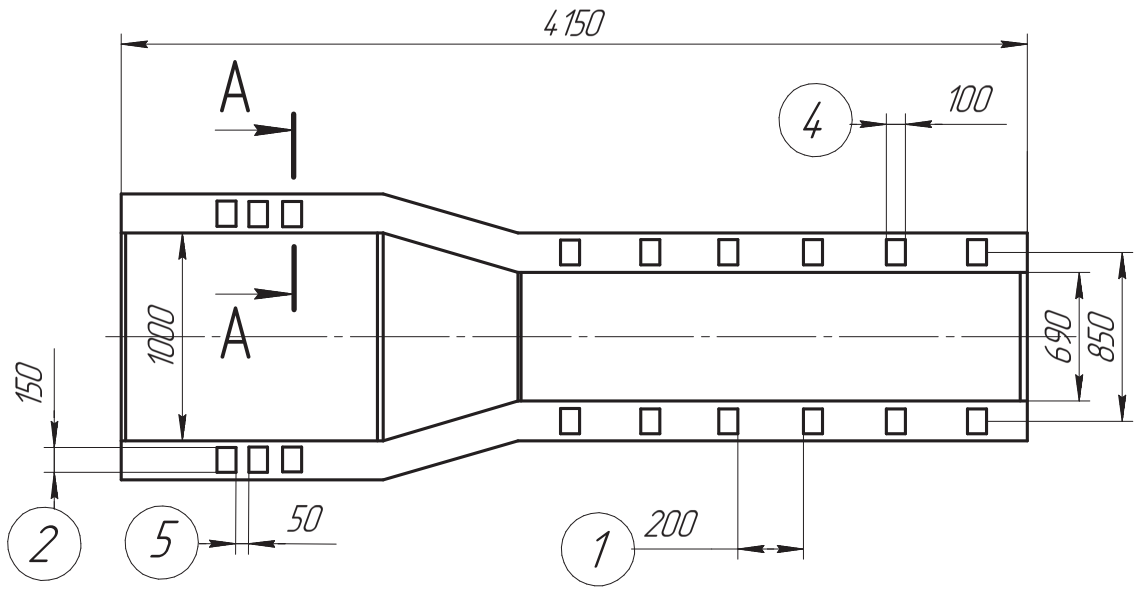
1. Очистить опорные поверхности фундамента
2. Отметить осевые риски;
3. Приварить пластины в размер 1,2,3,4,5
4. Обработать приваренные пластины шлифовальной машиной

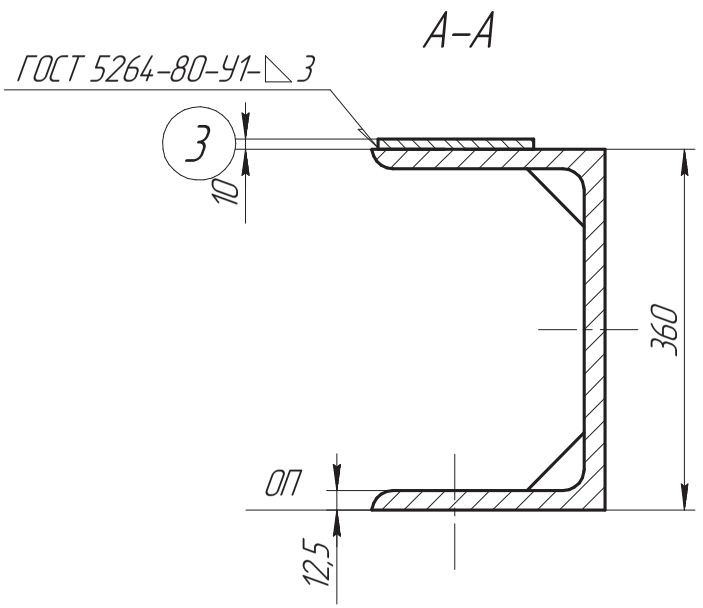
Оборудование:

Аппарат сварочный ВС-301, шлиф. машина УМ-750

Инструмент:

Напильник плоский ГОСТ 51652-82
Шабер ГОСТ 2330-77
Электрод Э-46 ГОСТ 9467-75
Шлиф круг ПП25А ГОСТ 2424-83
Чертилка ГОСТ 24473-80





ГОСТ 3.1105-84 форма 7 1093-6

КЭ	

ГОСТ 3.1404–86 Форма 2

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Разраб.	Калимуллин			ВГУВТ			Базирование ДРА
Проверил	Ларинин						
				Монтаж двигателя 6М20 и реверс редуктора WVS			005
Н.контр.							

Наименование операции	Наименование и марка материала	Масса	Заготовка		
			Профиль и размеры	Твердость	Масса
005 Базирование двигателя					

Кол. дет.	Оборудование (наименование, модель)	Приспособ.		Охлаждение
1		Код и наименов.		Без охлаждения

№	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетные размеры		t	i	Режим обработки			To	Ta
		Вспомогательный	Слесарно-монажный	Измерительный	диаметр	длина			S	n	V		
1	Установить двгатель на	Кран											
	фундаменте на	портальный											
	деревянные брусья	Брусья деревянные											
		Стропа 2ск12.5											
		ГОСТ 25573-82											
2	Установить отжимные болты	Отжимные болты М16х2											
		ГОСТ 7798-70											
		Ключи гаечные											
		ГОСТ 2839-80											

ОК															

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

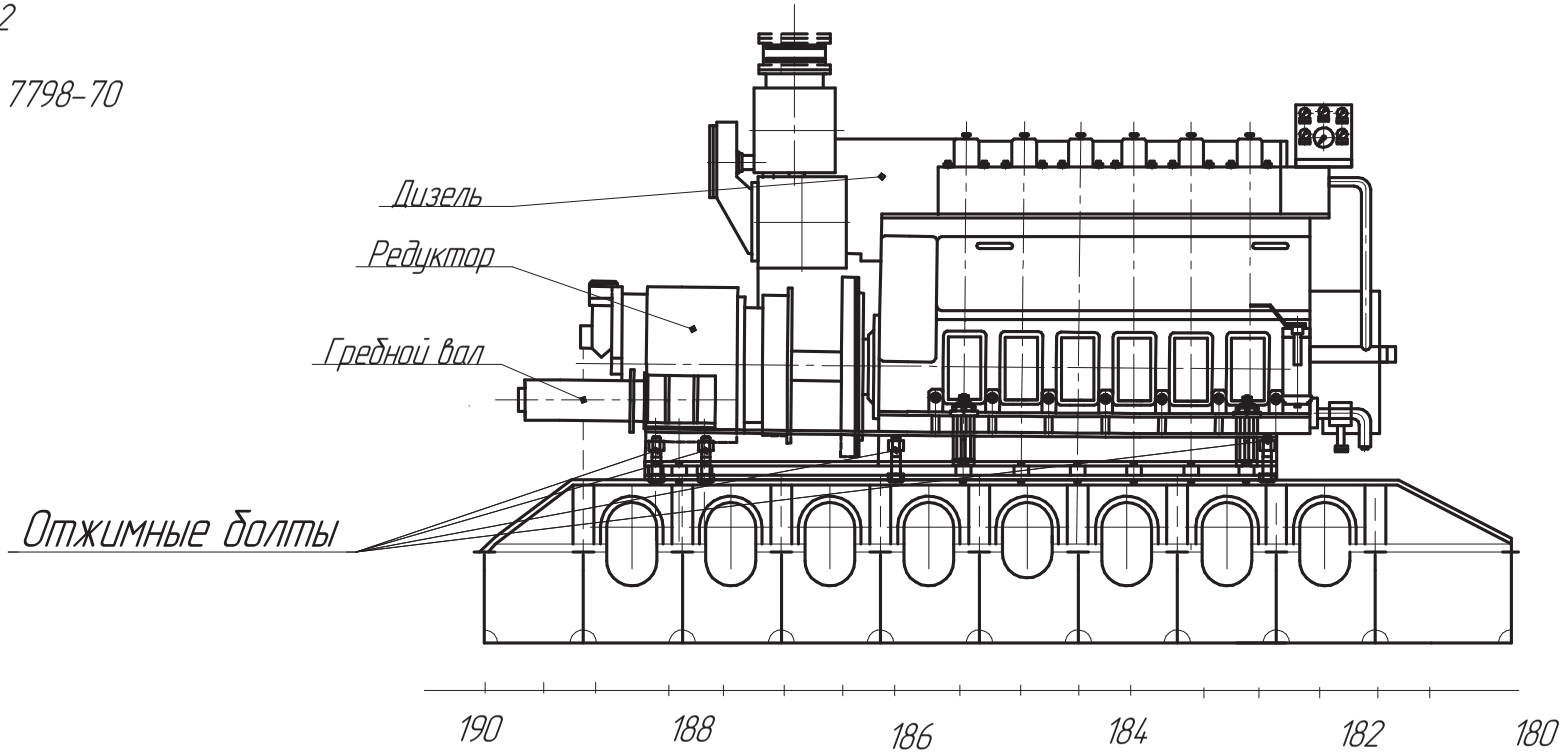
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Разработал	Калимуллин			ВГУВТ		Базирование ДРА
Проверил	Ларинин					
Руководитель						
Н Контр.						
Утвердил						005

Установить двигатель и редуктор на фундамент на отжимных болтах.
Операции по погрузке производить под контролем мастера такелажных работ.

Оборудование:

Кран портальный
Стропа 2ск12.5 ГОСТ 25573-82
брусья деревянные
Отжимные болты М16х2 ГОСТ 7798-70
Ключи гаечные ГОСТ 2839-80



ГОСТ 3.1105 - 74 форма 5 1093 -6

КЭ	

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Разраб.	Калимуллин			ВГУВТ			Центровка
Проверил	Ларинин						
				Монтаж двигателя 6М20 и реверс редуктора WVS			010
Н.контр.							

Наименование операции	Наименование и марка материала	Масса	Заготовка		
			Профиль и размеры	Твердость	Масса
010 Центровка					

Кол. дет.	Оборудование (наименование, модель)	Приспособ.		Охлаждение
1		Код и наименов.		Без охлаждения

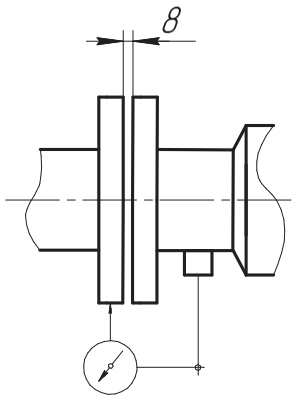
№	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетные размеры		t	i	Режим обработки			To	Ta
		Вспомогательный	Режущий	Измерительный	диаметр	длина			S	n	V		
1	Центровать вал ДРА	Индикатор ИЧ 10кл. 1		Линейка 1000									
	с гребным валом	ГОСТ 577-68		ГОСТ 427-75									
	по изломам и смещениям	Ключи гаечные		Набор щупов									
		ГОСТ 2839-80		ГОСТ 882-72									

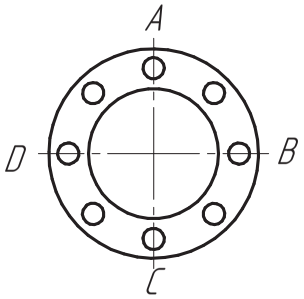
ОК									

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

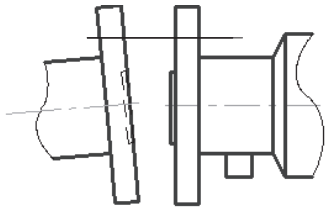
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

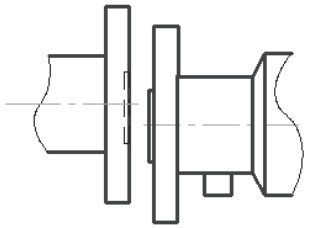
Разработал	Калимуллин	ВГУВТ	Центровка ДРА в корпусе судна
Проверил	Ларинин		
Руководитель			
Н Контр.			
Утвердил			010

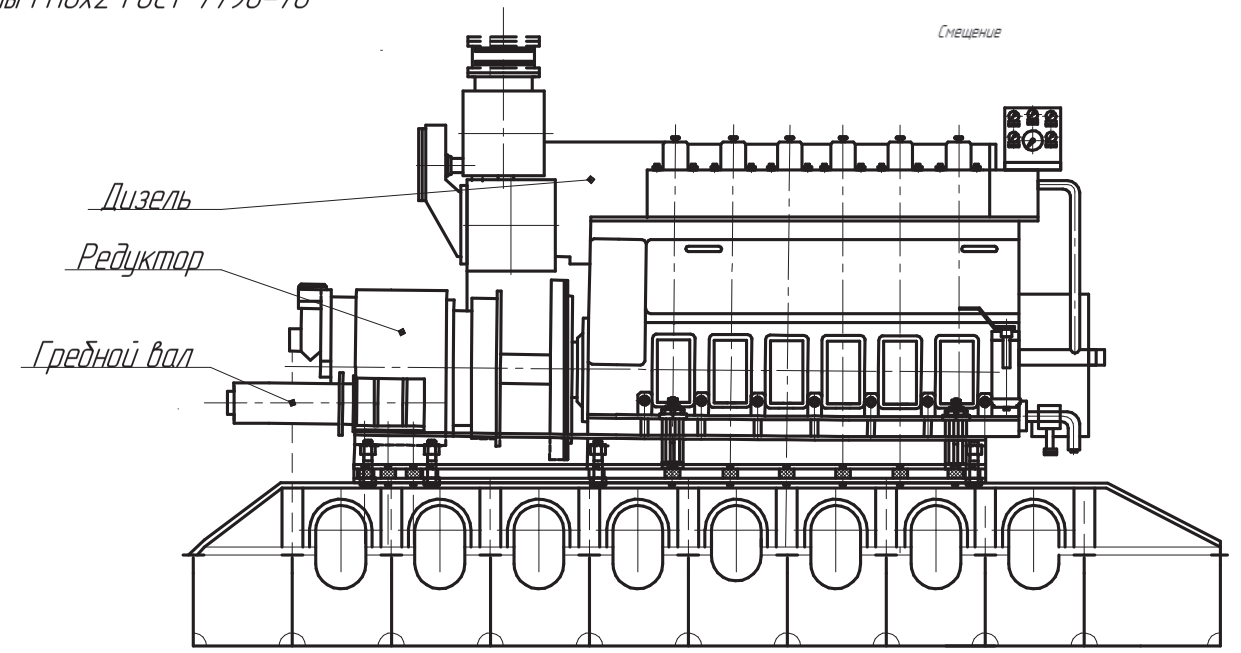


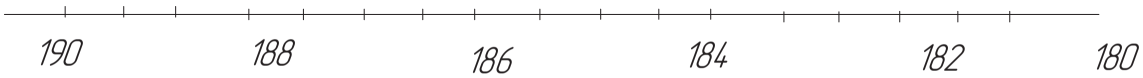


Оборудование:
Индикатор ИЧ 10 кл. 1 ГОСТ 577-85-68
Линейка 1000 ГОСТ 427-75
Набор щупов ГОСТ 882-72
Ключи гаечные ГОСТ-2839-80
Отжимные болты М16х2 ГОСТ 7798-70


Излом


Смещение





ГОСТ 3.1105 - 74 форма 5 1093 -6

КЭ

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Разраб.	Калимуллин		
Проверил	Ларинин		
Н.контр.			

ВГУВТ

Сверлильная

Монтаж двигателя 6М20 и реверс редуктора WVS — **015**

Наименование операции	Наименование и марка материала	Масса	Заготовка		
			Профиль и размеры	Твердость	Масса
015 Сверлильная					

Кол. дет.	Оборудование (наименование, модель)	Приспособ.		Охлаждение
1		Код и наименов.		Без охлаждения

№	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетные размеры		t	i	Режим обработки			To	L
		Вспомогательный	Слесарно-монажный	Измерительный	диаметр	длина			S	n	V		
1	Установить станок сверлильный												
	Messer MDM-60												
2	Нанести разметку отверстий		Чертилка	Линейка 1000									
			ГОСТ24473-80	ГОСТ 427-75									
3	Сверлить отверстие в лапе фундамента		Сверло ф 6		6	220		1	0.15	250	4.71		220
			2301-4001										
			ГОСТ2092-77										
4	Сверлить отверстие в лапе фундамента		Сверло ф 12		12	220		1	0.28	250	9.42		220
			2301-4001										
			ГОСТ2092-77										
5	Сверлить отверстие в лапе фундамента		Сверло ф 24	.	24	220		1	0.38	250	18.84		220
			2301-4001										
			ГОСТ2092-77										
6	Развернуть отверстия под призонные болты		Развертка ф 24										
			ГОСТ11175-65										

ОК									

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Разработал	Калимуллин			ВГУВТ		Сверлильная	
Проверил	Ларинин						
Руководитель							
Н Контр.							015
Утвердил							

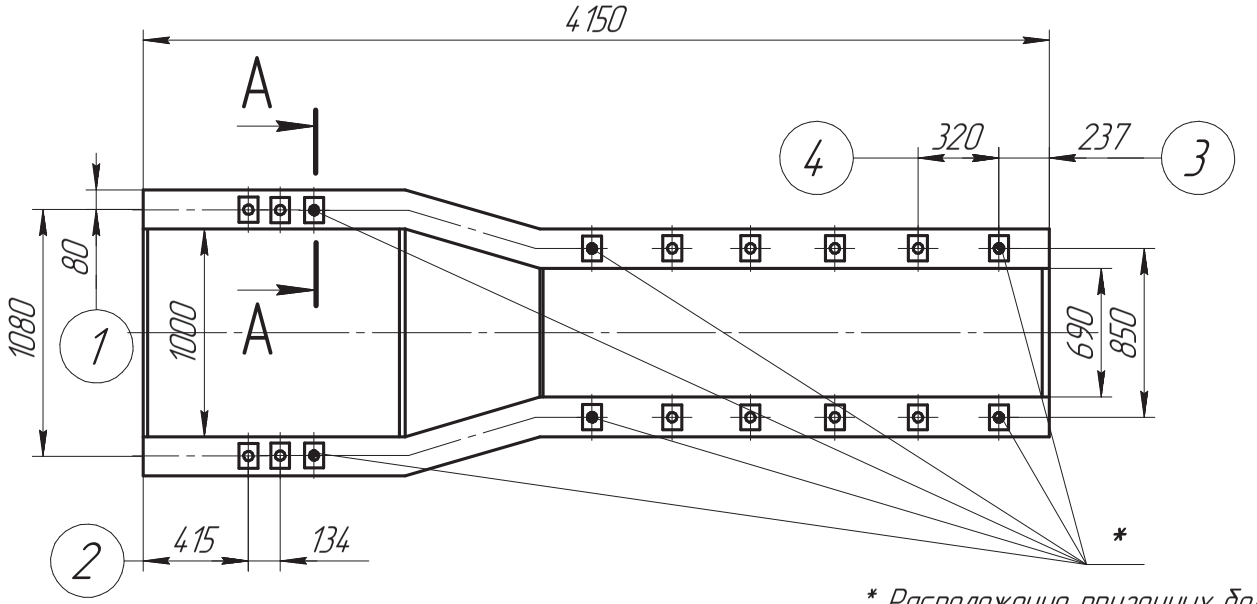
Сверлить отверстия в фундаменте, через лапы двигателя, с помощью станка **Messer MDM-60** в размер ф24.

Оборудование:

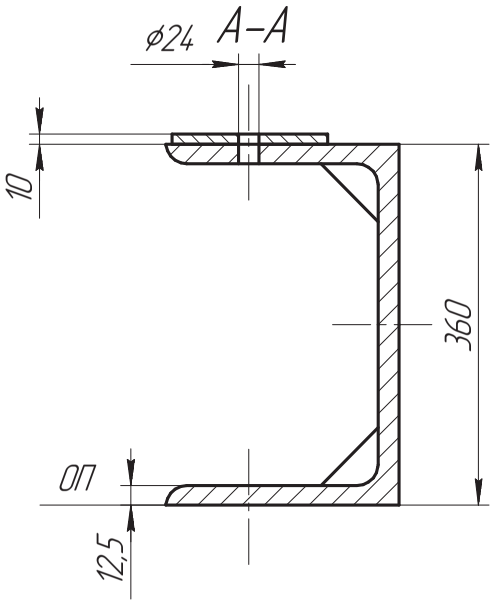
Станок сверлильный Messer MDM-60

Инструмент:

Сверло ф 6, 12, 24 ГОСТ2097-77
Развертка ф 24 ГОСТ11175-65
Линейка 1000 ГОСТ 427-75



* Расположение призонных болтов согласно рекомендации завода-изготовителя 6 шт.



ГОСТ 3.1105 – 74 форма 5 1093-6

КЭ	

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Разраб.	Калимуллин			ВГУВТ	Монтажная
Проверил	Ларинин				
Н.контр.				Монтаж двигателя 6М20 и реверс редуктора WVS	020

№	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетные размеры		t	i	Режим обработки			To	Ta
		Вспомогательный	Слесарно-монажный	Измерительный	диаметр	длина			S	n	V		
1	Определить толщину подкладок			Линейка 1000									
				ГОСТ 427-75									
2	Приготовлить пластмассу ФМВ	Комплект для изготовления											
	по технологии	подкладок из ФМВ											
3	Нанести 2% раствор воска в бензине	Кисть мягкая											
	на опорные поверхности фундамента												
4	Формирование подкладок из пластмассы	Лист дюраллюминиевый		Линейка 1000									
	ФМВ по ранее определенным размерам	Комплект для изготовления		ГОСТ 427-75									
		подкладок из ФМВ											
5	Установка заформированных прокладок между		ключи гаечные										
	опорами ДРА		ГОСТ 2839-80										
			болты отжимные М16х2										
			ГОСТ 7798-70										
6	Прогрев прокладок при t=50С в течение	ТЭН-0.25 Р=250Вт		Термометр, часы									
	6 часов												
7	Отжимные болты отвернуть на 2-3		болты отжимные М16х2	Термометр, часы									
	нитки через 72 часа (при t 10-16С или		ГОСТ 7798-70										
	через 24 часа при t более 16С)		ключи гаечные										
			ГОСТ 2839-80										
8	Крепление двигателя болтами	Болты крепежные М24х2	ключи гаечные										
		12 шт. ГОСТ 380-94	ГОСТ 2839-80										
		Болты призонные М24	Ключ динамометрический										
		6шт.ГОСТ 7795-70	ГОСТ 25603-83										

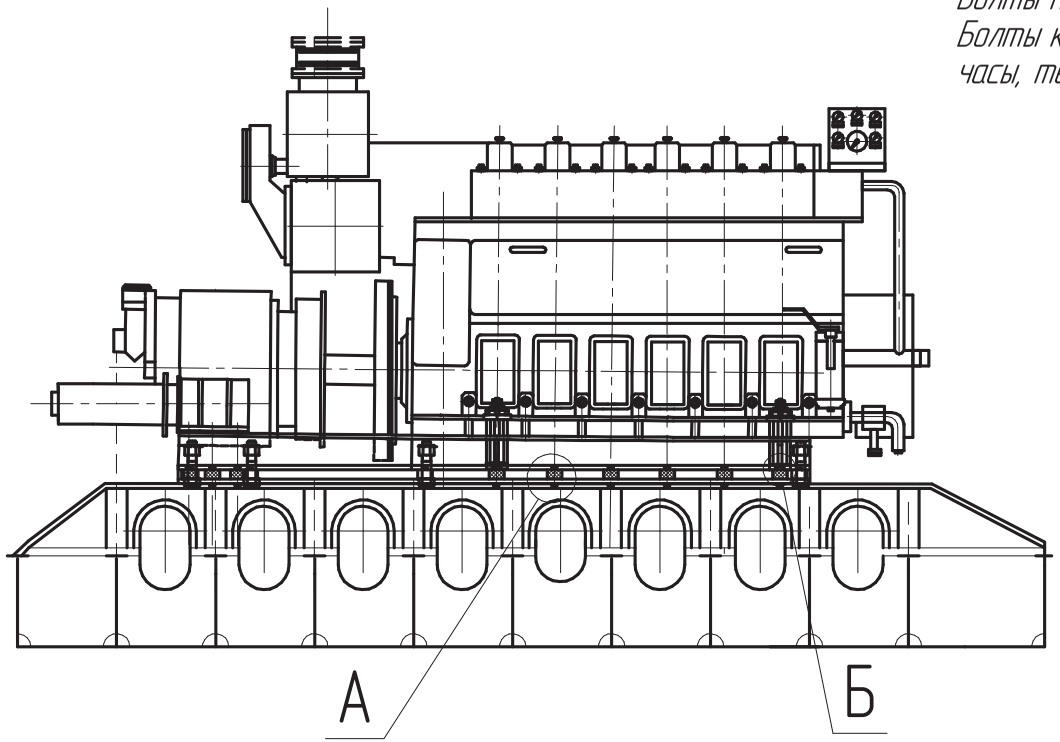
ОК									

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Разработал	Калимуллин			ВГУВТ		Монтажная	
Проверил	Ларинин						
Руководитель							
Н Контр.							020
Утвердил							

1. Определить толщину подкладок.
2. Приготовление подкладок из ФМВ и формовка согласно технологии.
3. Монтаж подкладок, согласно технологии.
4. Крепление двигателя болтами крепежными, призонными



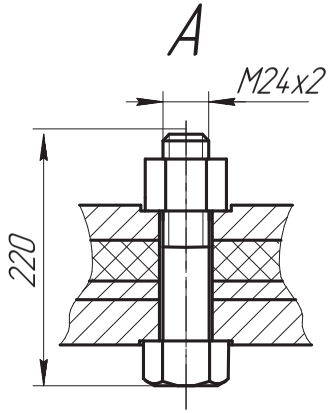
Оборудование:

ТЭН 0,25; 250 Вт, Ключи гаечные ГОСТ 2839-80.
Линейка 1000 ГОСТ 427-75
Комплект для изготовления подкладок из ФМВ

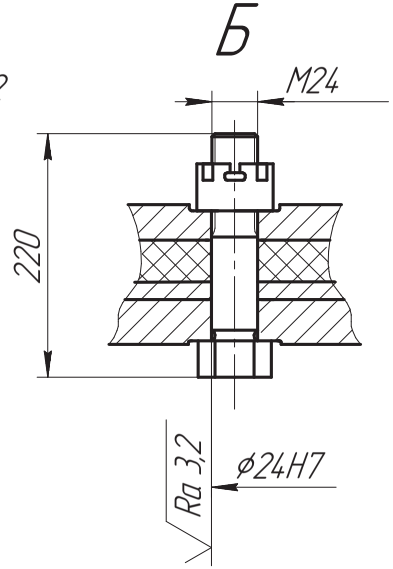
Приспособления:

Болты отжимные ГОСТ 7798-70
Болты призонные ГОСТ 7817-80 ,
Болты крепежные ГОСТ 380-94
часы, термометр

Болт крепежный



Болт призонный



ГОСТ 3.1105 - 74 форма 5 1093 -6

КЭ	

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Разраб.	Калимуллин		
Проверил	Ларинин		
Н.контр.			

ВГУВТ

Контрольная

Монтаж двигателя 6М20 и реверс редуктора WVS | | | | 025

Наименование операции	Наименование и марка материала	Масса	Заготовка		
			Профиль и размеры	Твердость	Масса
025 Контрольная					

Кол. дет.	Оборудование (наименование, модель)	Приспособ.		Охлаждение
1		Код и наименов.		Без охлаждения

№	Контролируемые параметры	Инструмент (код и наименование)			Расчетные размеры		t	i	Режим обработки			To	Ta
		Вспомогательный	Слесарно-монажный	Измерительный	диаметр	длина			S	n	V		
1	Произвести проверку раскепов			Индикатор ИЧ 10кл.1									
				ГОСТ577-68									
2	Проверить центровку ДРА			Измерительная стойка									
				Индикатор ИЧ 10кл.1									
				ГОСТ577-68									
4	Проверить момент затяжки	Ключ динамометрический											
	болтовых соединений	ГОСТ 25603-83											

ОК										

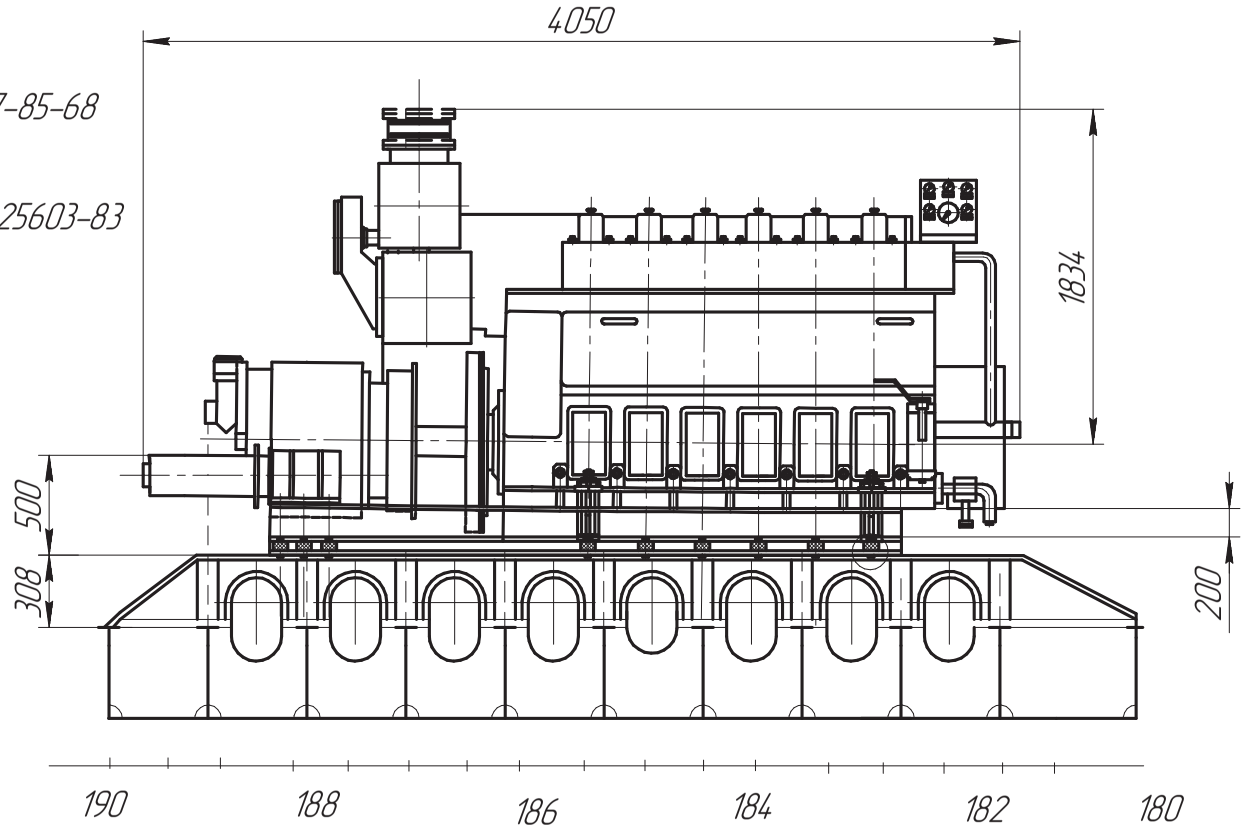
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Разработал	Калимуллин			ВГУВТ		Контрольная	
Проверил	Ларинин						
Руководитель							
Н.Контр.							
Утвердил							025

1. Проверить раскепы
2. Проверить центровку двигателя – несовпадение осей двигателя и валопровода, не более:
3. Проверить момент затяжки болтовых соединений.

Оборудование:
Индикатор ИЧ 10 кл. 1 ГОСТ 577-85-68
Линейка 1000 ГОСТ 427-75
Набор щупов ГОСТ 882-72
Ключ динамометрический ГОСТ 25603-83



ГОСТ 3.1105 - 74 форма 5 1093 -6

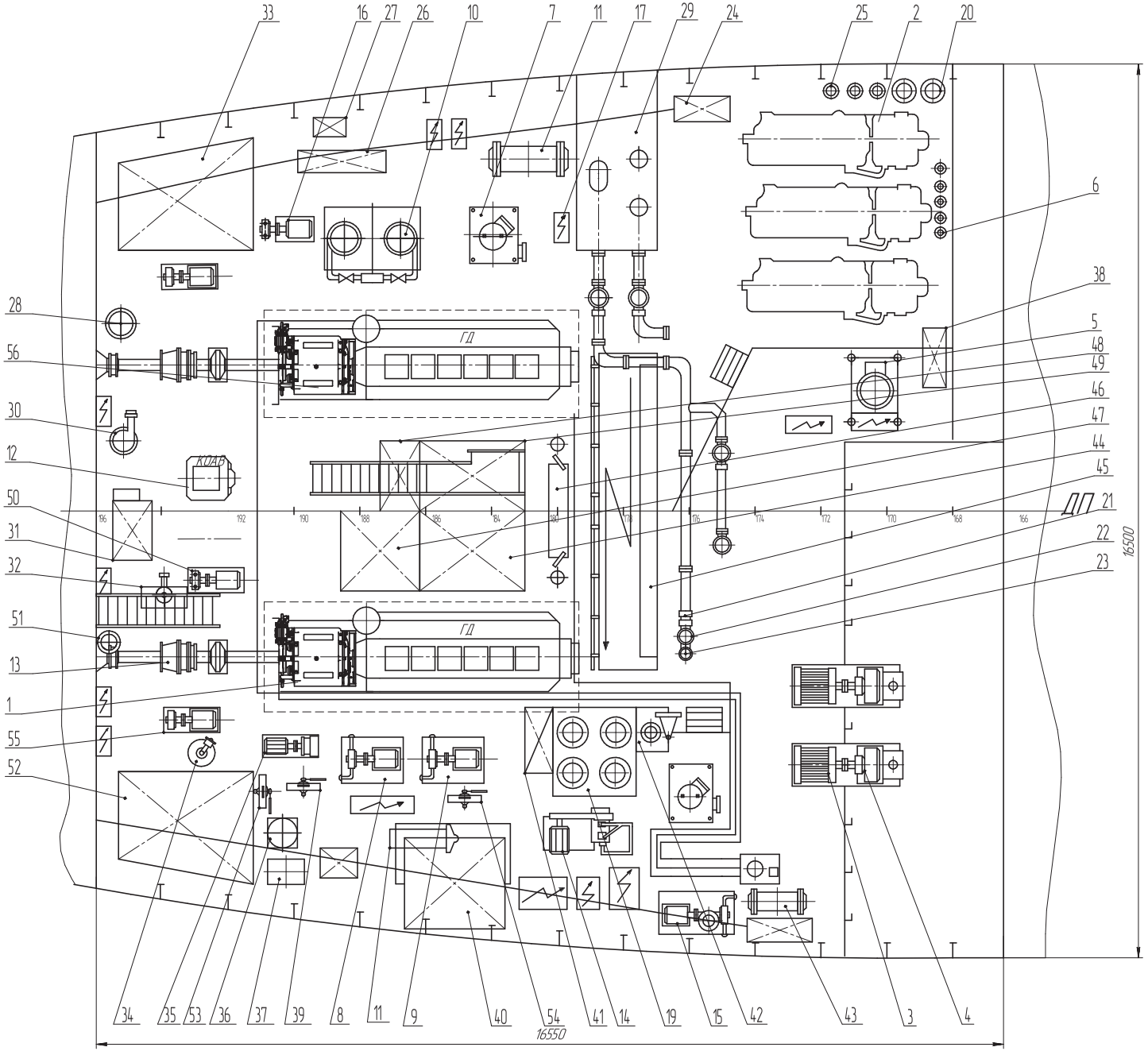
КЭ	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Графический материал

ПФВ-04.207.124.02

Технические характеристики	Единица измерения	Величина
Длина	м	132.5
Ширина	м	16.5
Высота борта	м	5.5
Осадка кормой	м	3.62
Скорость хода в грузу	км/ч	20.7
Количество и мощность ГД	кВт	2 ×930
Мощность электростанции	кВт	300
Количество гребных винтов	шт	2
Диаметр гребных винтов	м	1.8



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.207.124.02	
Разраб.		Калимуллин			Расположение механизмов и оборудования в машинном помещении	Лит. / Масса / Масштаб: 1:50
Пров.		Веречкин				Лист / Листов
Т.контр.						ВГУВТ
Н.контр.		Колыванов				
Утв.		Харимин				

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

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

Поз	Наименование	Кол	Примечание
1	Двигатель главный МАК М20	2	Ре=930кВт; n=900мин$^{-1}$
2	Дизель-генератор ДГР-100/750	3	Ре=100кВт; n=750мин$^{-1}$
3	Насос грузовой 10НД-6х1	2	
4	Эл. двигатель грузового насоса	2	N=1450 мин$^{-1}$
5	Насос балластный НЦВ 250/30	1	Q=450 м^3/ч ; Н=55 м
6	Коробка распределительная балластная	1	
7	Насос пожарный НЦВ 100/100	2	Q=100 м^3/ч ; Н=80 м
8	Насос топливоперекачивающий Ш8-25	1	Q=5.8 м^3/ч ; Р=0,25МПа
9	Насос маслоперекачивающий ШБ-25	1	Q=3,5 м^3/ч ; Р=0,4МПа
10	Насос осушения НЦВС 40/20	2	Q=40 м^3/ч ; Н=20 м
11	Холодильник водяной ГД	2	
12	Котлоагрегат КОАВ 200	1	N=232 кВт
13	Валопровод	2	
14	Компрессор 2ОК1-36/1	1	Q=30 м^3/ч ; Р=3МПа
15	Сепаратор масла СЦ1,5/1	1	Q=1,5 м^3/ч
16	Насос маслоподкачивающий 3В-0.25/20	1	Q=0.25 м^3/ч ; Р=0.2 МПа
17	Щит управления пожарного насоса	1	
18	Модуль приготовления ВТЭ топливная	1	Q=0,7 м^3/ч
19	Балон пусковой ГД	4	V=0,4 м^3 ; Р=0,3МПа
20	Балон пусковой ДГ	2	Р=0,3 МПа
21	Задвижка клинкетная Ду-200	4	
22	Фильтр Ду-200	3	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Калимуллин		
Пров.				
Н.контр.				
Утв.				

ПФВ-04.207.124.002 ТБ

Расположение механизмов и оборудования в машинном помещении
Таблица

Лит.	Лист	Листов
	1	3

ВГУВТ

Копировал

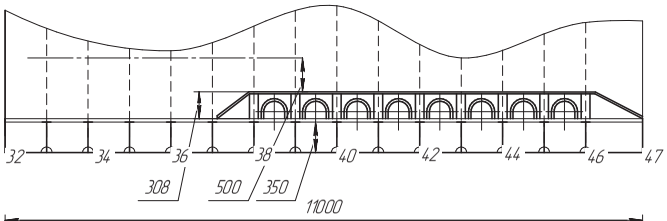
Формат А4

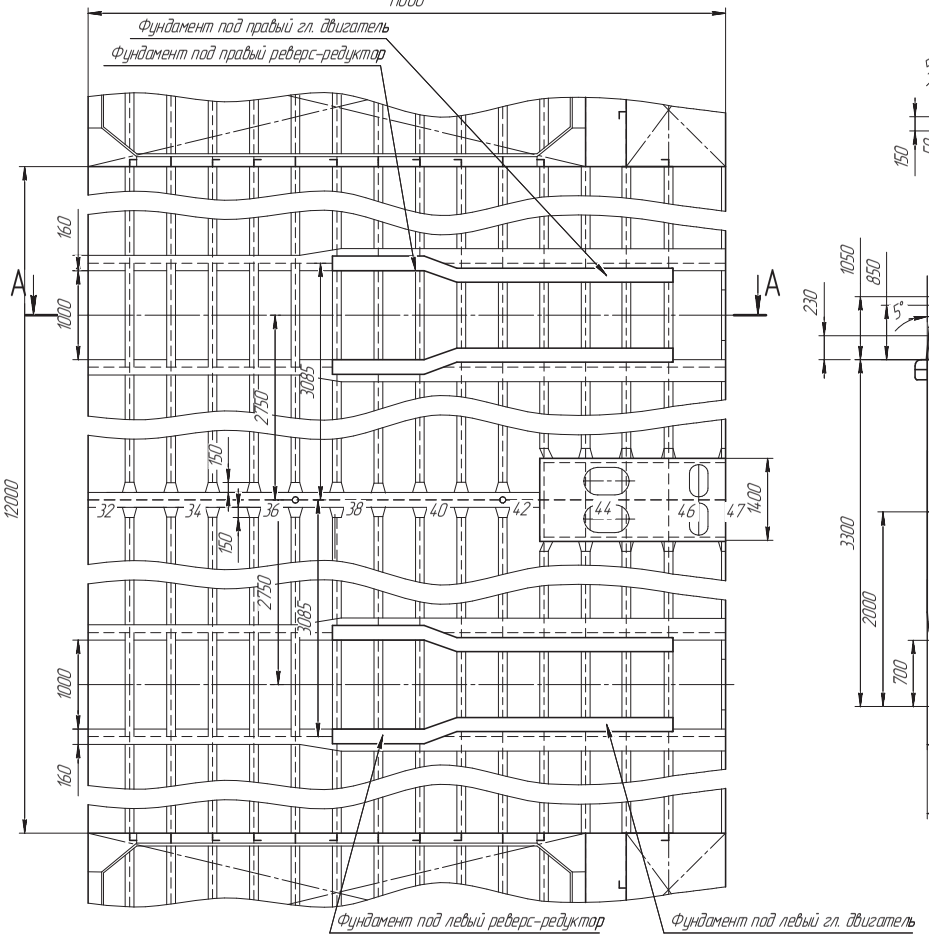
Поз	Наименование	Кол	Примечание
23	Кингстон	2	
24	Бак водорасширительный ДГ	1	V=1,7 м^3
25	Холодильник водяной ДГ	3	
26	Цистерна маслянная циркуляционная	2	V=1.5 м^3
27	Бак водорасширительный ГД	1	V=2 м^3
28	Отстойник воды	1	
29	Ящик забортной воды	1	
30	Насос скрубера НЦВ-25/20	1	Q=2.5 м^3/ч
31	Ящик тёплый	1	V=3 м^3
32	Насос искрогашения ЭСН-11/1	1	Q=35 м^3/ч
33	Цистерна фекальная	1	V=7 м^3
34	Агрегат для обеззараживания воды	1	
35	Насос санитарный 1ВС-0,9	1	Q=1 м^3/ч;H=30 м
36	Фильтр питьевой воды	1	
37	Станция водоподготовки ОЗОН-0,5	1	Q=0.5 м^3/час
38	Цистерна сбора конденсата	1	V=2,5 м^3
39	Насос ручной санитарный НР-40	1	Q=3.6 м^3/ч
40	Цистерна расходная моторного топлива	1	V=3,75 м^3
41	Цистерна отхода сепаратора	1	V=0,5 м^3
42	Балон резервный	1	V=0,2 м^3 ; P=0,3МПа
43	Электроподогреватель масла	1	
44	Цистерна отработанного масла	1	V=3,5 м^3
45	Электрощит	1	
46	Пульт сигнализации и КИП	1	
47	Цистерна сепарационного масла	1	V=2,5 м^3

Поз	Наименование	Кол	Примечание
48	Цистерна подсланевых вод	1	$V=7\ м^3$
49	Цистерна слива топлива	1	$V=0,7\ м^3$
50	Насос питания котлов 1/16	1	$Q=3,6м^3/ч$;$H=16м$
51	Водоподогреватель для хоз. нужд	1	
52	Цистерна питьевой воды	1	
53	Насос водоподкачивающий БРФ	1	$Q=0,2м^3/ч$
54	Насос ручной топливоперекачивающий РН-3	1	$Q=2,1м^3/ч$
55	Насос установки подогрева топлива	2	$Q=3,5м^3/ч$
56	Теплообменные установки подогрева		
	топлива	2	

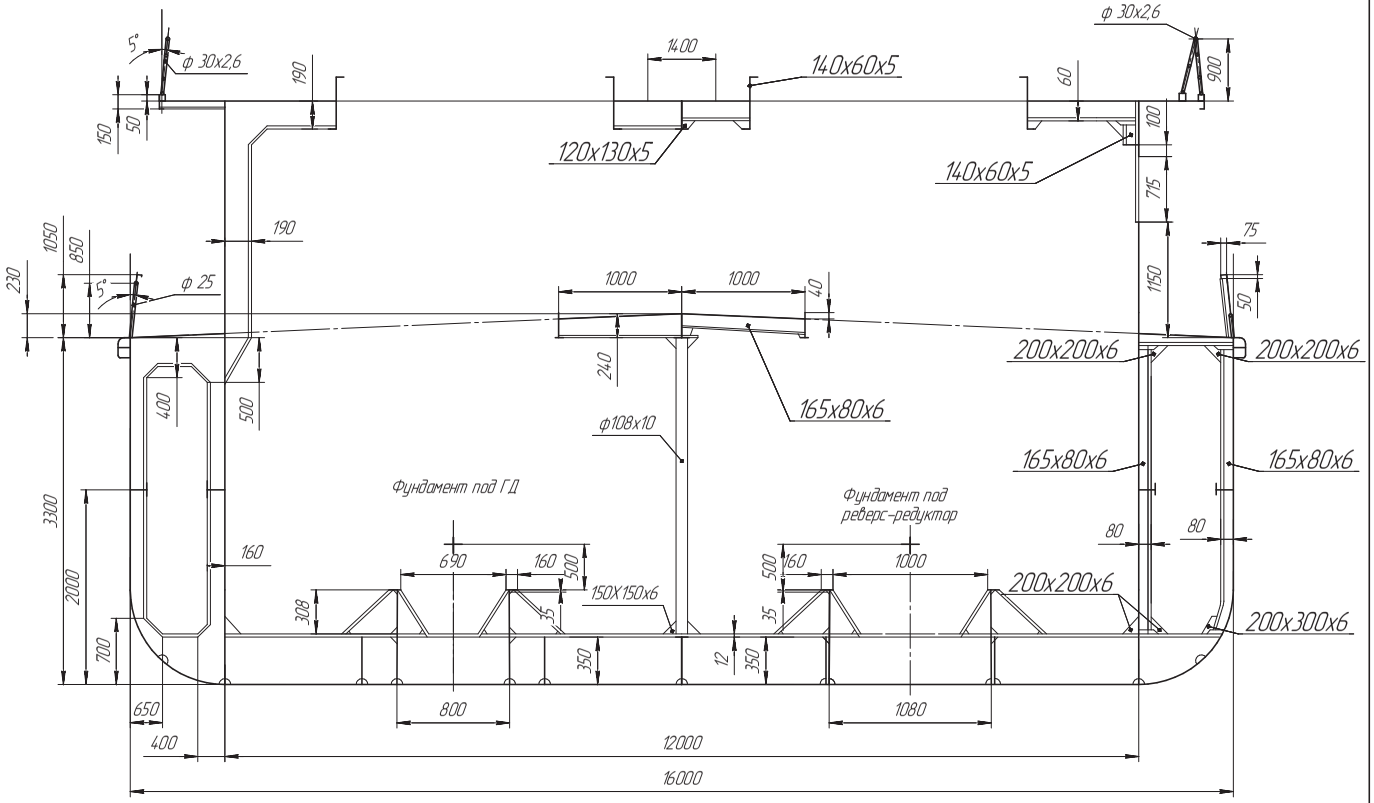
ПФВ-04.207.124.03

А–А





Шпангоут 42 (в нос)



Шпангоут 39 (в нос)

						ПФВ-04.207.124.03	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Калимуллин			Расположение фундаментов под ДРА	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Верченкин					–	150
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.						ВГУВТ		
Утв.								

Копировал Формат А1

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.

Подготовительная — 000

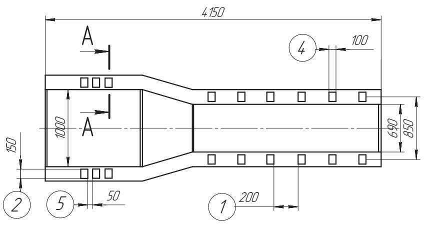
Разработал: Калимуллин
Проверил: Ларинин
Руководитель
Н Контр
Утвердил

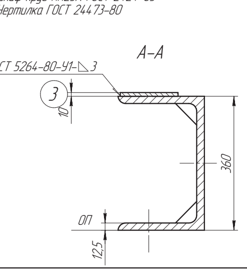
ВГУВТ

1. Очистка опорных поверхностей фундамента
2. Отметить осевые риски;
3. Приварить пластины в размер 1,2,3,4,5
4. Обработать приваренные пластины шлифовальной машиной

Оборудование:
Аппарат сварочный ВС-301, шлиф. машина УМ-750

Инструмент:
Напильник плоский ГОСТ 51652-82
Шабер ГОСТ 2330-77
Электрод Э-46 ГОСТ 9467-75
Шлиф круг ПП25А ГОСТ 2424-83
Чертилка ГОСТ 24473-80





КЭ

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7 1093-6

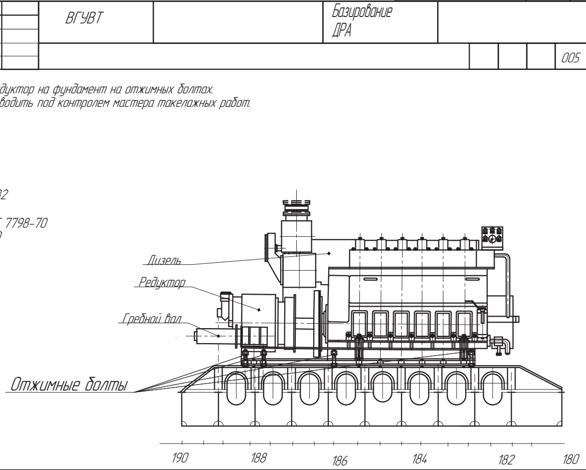
Базирование ДРА — 005

Разработал: Калимуллин
Проверил: Ларинин
Руководитель
Н Контр
Утвердил

ВГУВТ

Установить двигатель и редуктор на фундамент на отжимных болтах.
Операции по погрузке производить под контролем мастера такелажных работ.

Оборудование:
Кран портальный
Строп 2ск12,5 ГОСТ 25573-82
брусья деревянные
Отжимные болты М16х2 ГОСТ 7798-70
Ключи гаечные ГОСТ 2839-80



КЭ

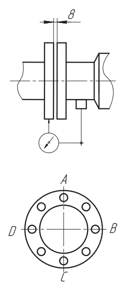
ГОСТ 3.1105-74 Форма 5 1093-6

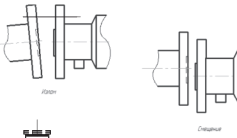
Центровка ДРА в корпусе судна — 010

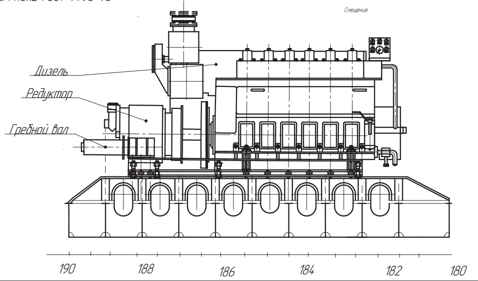
Разработал: Калимуллин
Проверил: Ларинин
Руководитель
Н Контр
Утвердил

ВГУВТ

Оборудование:
Индикатор ИЧ 10 кл. 1 ГОСТ 577-85-68
Линейка 1000 ГОСТ 427-75
Набор щупов ГОСТ 882-72
Ключи гаечные ГОСТ-2839-80
Отжимные болты М16х2 ГОСТ 7798-70







КЭ

ГОСТ 3.1105-74 Форма 5 1093-6

Сверлильная — 015

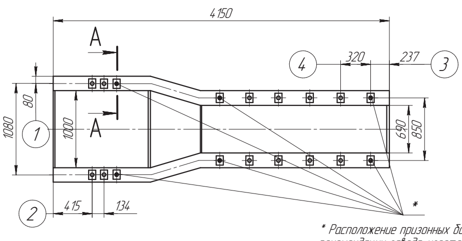
Разработал: Калимуллин
Проверил: Ларинин
Руководитель
Н Контр
Утвердил

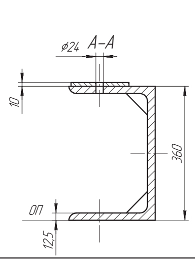
ВГУВТ

Сверлить отверстия в фундаменте, через лапы двигателя, с помощью станка **Messer MDM-60**. В размер ф24.

Оборудование:
Станок сверлильный Messer MDM-60

Инструмент:
Сверло ф 6,12,24 ГОСТ2097-77
Развертка ф 24 ГОСТ11175-65
Линейка 1000 ГОСТ 427-75





* Расположение призонных болтов согласно рекомендации завода-изготовителя 6 шт.

КЭ

ГОСТ 3.1105-74 Форма 5 1093-6

Монтажная — 020

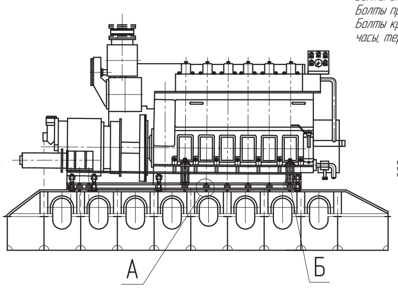
Разработал: Калимуллин
Проверил: Ларинин
Руководитель
Н Контр.
Утвердил

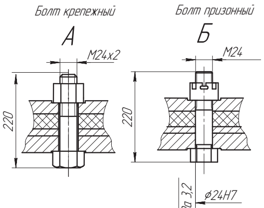
ВГУВТ

1. Определить толщину подкладок.
2. Приготовление подкладок из ФМВ и формовка согласно технологии.
3. Монтаж подкладок, согласно технологии.
4. Крепление двигателя болтами крепежными, призонными

Оборудование:
ТЭН 0,25, 250 Вт, Ключи гаечные ГОСТ 2839-80.
Линейка 1000 ГОСТ 427-75
Комплект для изготовления подкладок из ФМВ

Приспособления:
Болты отжимные ГОСТ 7798-70
Болты призонные ГОСТ 7817-80 ,
Болты крепежные ГОСТ 380-94
часы, термометр





КЭ

ГОСТ 3.1105-74 Форма 5 1093-6

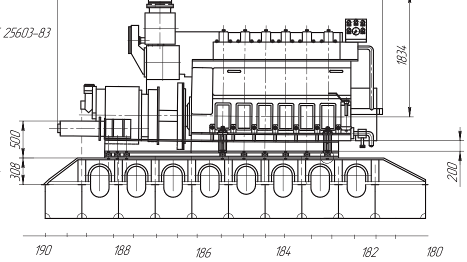
Контрольная — 025

Разработал: Калимуллин
Проверил: Ларинин
Руководитель
Н Контр.
Утвердил

ВГУВТ

1. Проверить раскепы
2. Проверить центровку двигателя - несовпадение осей двигателя и валопровода, не более
3. Проверить момент затяжки болтовых соединений

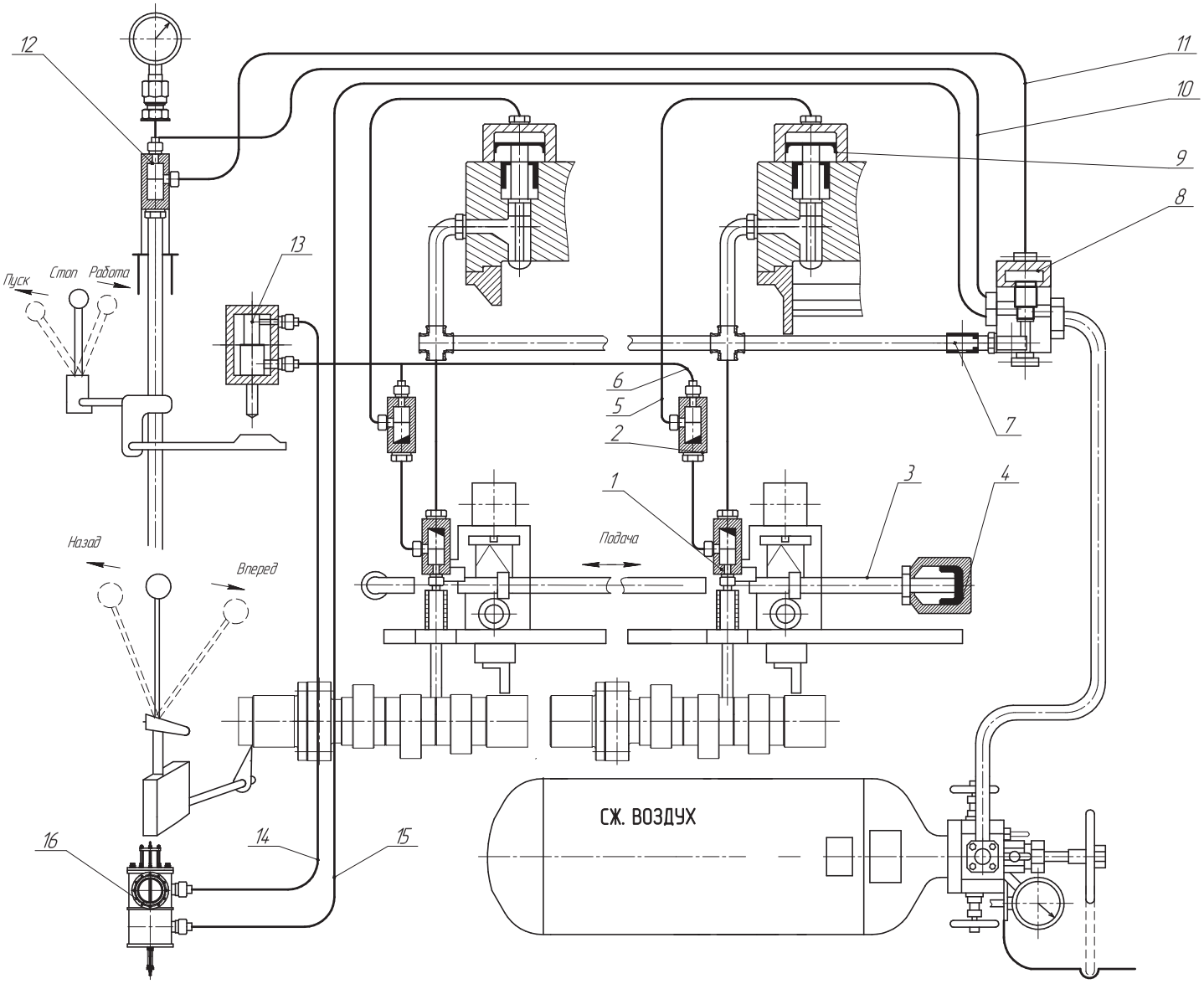
Оборудование:
Индикатор ИЧ 10 кл. 1 ГОСТ 577-85-68
Линейка 1000 ГОСТ 427-75
Набор щупов ГОСТ 882-72
Ключ динамометрический ГОСТ 25603-83



КЭ

ГОСТ 3.1105-74 Форма 5 1093-6

ПФВ-04.207.124.05



Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Распределительный золотник	2	
2	Золотник переключения	2	
3	Тяга топливных насосов	1	
4	Воздушный цилиндр тяги топливных насосов	1	
5	Трубопровод	1	
6	Трубопровод	1	
7	Воздушный распределительный коллектор	1	
8	Главный пусковой клапан	1	
9	Пусковой клапан	2	
10	Трубопровод	1	
11	Трубопровод	1	
12	Пусковой золотник	1	
13	Разобщительный клапан	1	
14	Трубопровод	1	
15	Трубопровод	1	
16	Клапан переключения	1	

1. *Схема пусковой системы указана для двух циллиндров

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Калимуллин		
Пров.		Варечкин		
Т.контр.				
Н.контр.		Колыванов		
Утв.				

ПФВ-04.207.124.05

Схема пусковой системы двигателя типа МАК20 Комбинированный чертеж

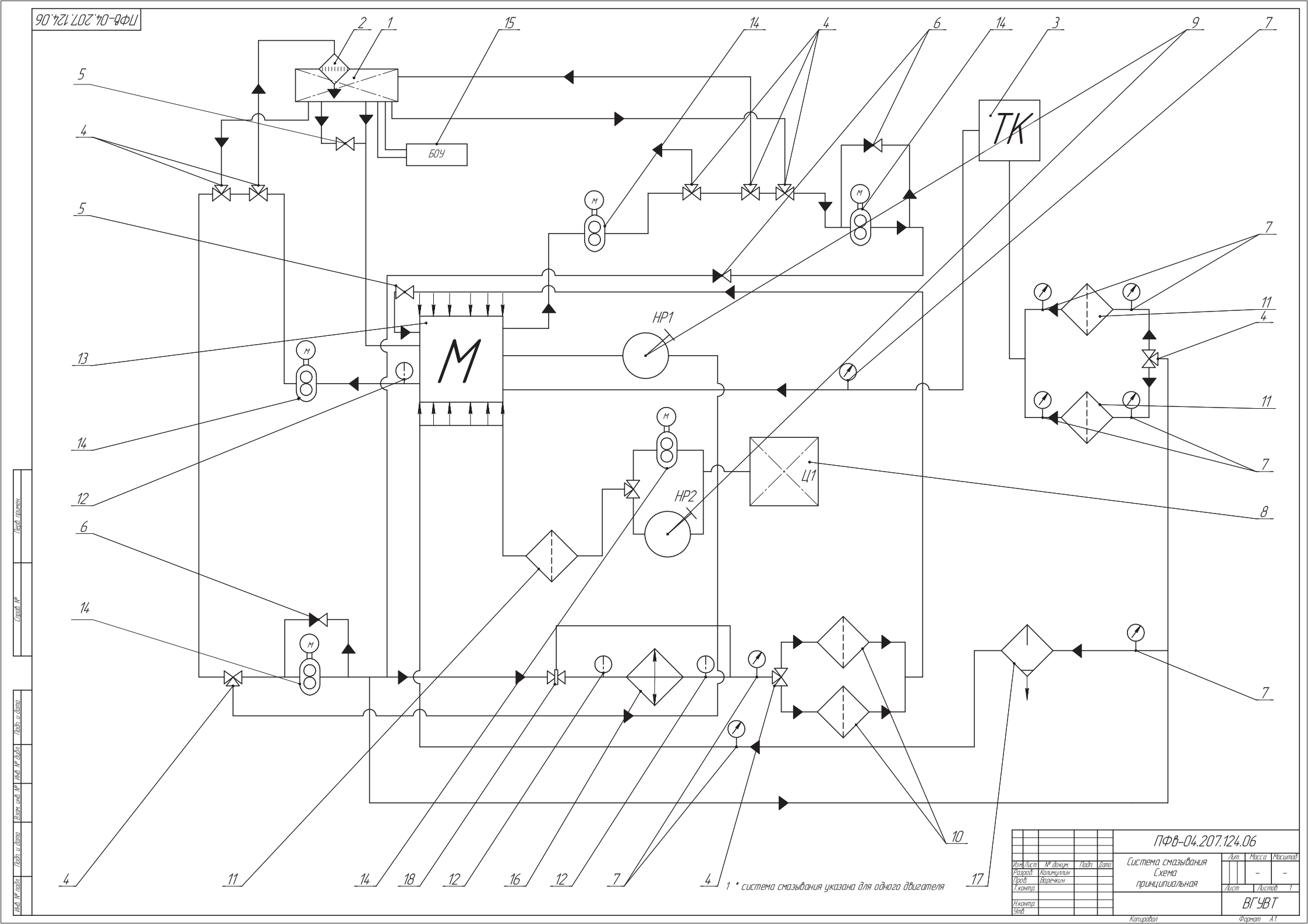
Лит.	Масса	Масштаб
	-	-

Лист | Листов 1

ВГУВТ

Копировал | Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Инв. № подл.


ПФВ-04.207.124.06
БОУ
ТК
М
НР1
НР2
Ц1
1 * система смазывания указана для одного двигателя
ПФВ-04.207.124.06
Система смазывания
Схема
принципиальная
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Калимуллин
Пров. Варечкин
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
Лит. Масса Масштаб
Лист Листов 1
ВГУВТ
Копировал
Формат А1
Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата
Справ. №
Перв. примен.

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Бак масляный	1	$V=6м^3$
2	Диспергатор	1	
3	Турбокомпрессор	1	
4	Клапан трехходовой	8	
5	Клапан проходной	2	
6	Клапан невозвратный	3	
7	Манометр	8	
8	Цистерна цилиндрового масла	1	$V=3,2м^3$
9	Насос ручной масляный НР-0,25/30	2	$Q=0,25м^3/ч$, Н=30м
10	Фильтр грубой очистки	2	
11	Фильтр тонкой очистки	3	
12	Термометр	3	
13	Двигатель	1	$N=930кВт$, $n=900мин^{-1}$
14	Насос шестеренный	5	$Q=3,8 м^3/ч$,
15	Блок обработки масла ультразвуком	1	$V=1,2м^3$
16	Масляный холодильник	1	$F=1,39 м^2$
17	Сепаратор	1	
18	Клапан регулятор	1	

Перв.примен.

Справ. №

Подл. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подл. и дата

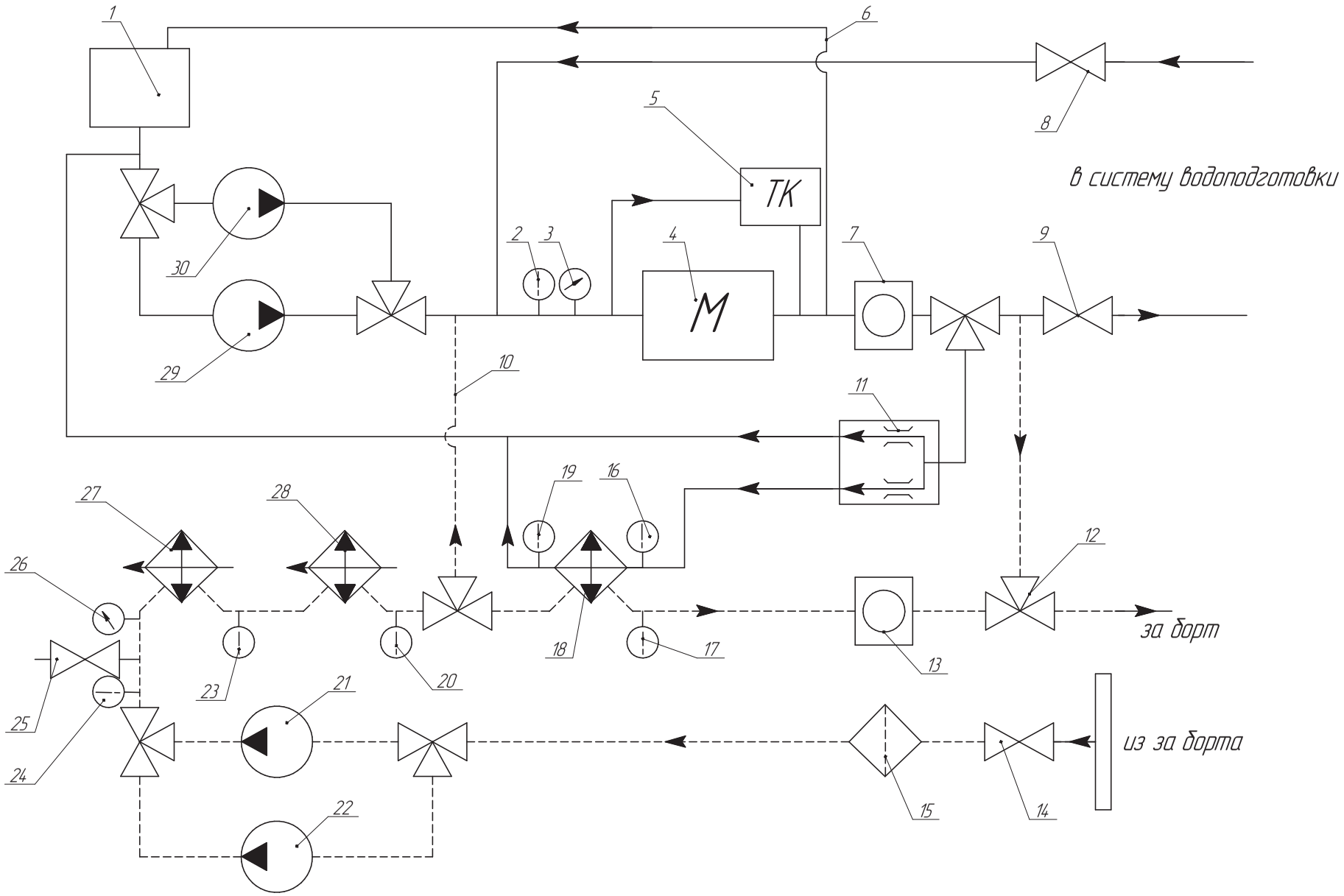
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПФВ-04.207.124.07 ТБ

Разраб.	Калимуллин	Система смазывания Таблица	Лит. / Лист 1 / Листов 1
Пров			ВГУВТ
Н. Контр			
Утв.			

Формат А4



1 *система охлаждения указана для одного двигателя

						ПФВ-04.207.124.07	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Калимуллин			Система охлаждения двухконтурная Схема принципиальная	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Верёвкин						-
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.						ВГУВТ		
Утв.								

Копировал Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Бак расширительный	1	$V=0,5м^3$
2	Термометр	1	
3	Манометр	1	
4	Полость цилиндров двигателя	1	
5	Турбокомпрессор	1	
6	Трубопровод паровоздушной смеси	1	
7	Индикатор потока	1	
8	Трубопровод	1	
9	Трубопровод	1	
10	Трубопровод	1	
11	Терморегулятор	1	
12	Трубопровод	1	
13	Индикатор потока	1	
14	Кингстонная перемычка	1	
15	Фильтр забортной воды	1	
16	Термометр	1	
17	Термометр	1	
18	Водо – водяной охладитель	1	$F=1,32 м^2$
19	Термометр	1	
20	Термометр	1	
21	Насос основной	1	$Q=3,2м^3/ч$
22	Насос резервный	1	$Q=3,2м^3/ч$
23	Термометр	1	

Копировал

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПФВ–04.207.124.08 ТБ

Разраб.	Калимуллин	Система охлаждения двухконтурная Таблица	Лит. / Лист 1 / Листов 2
Пров			
Н. Контр			ВГУВТ
Утв.			

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
24	Термометр	1	
25	Трубопровод	1	
26	Манометр	1	
27	Водо – воздушный охладитель	1	$F=1,3\ м^2$
28	Водо – масляный охладитель	1	$F=1,39\ м^2$
29	Насос резервный	1	$Q=3,2\ м^3/ч$
30	Насос циркуляционный	1	$Q=2,6\ м^3/ч$

Подп. и дата

Инв. № дубл.

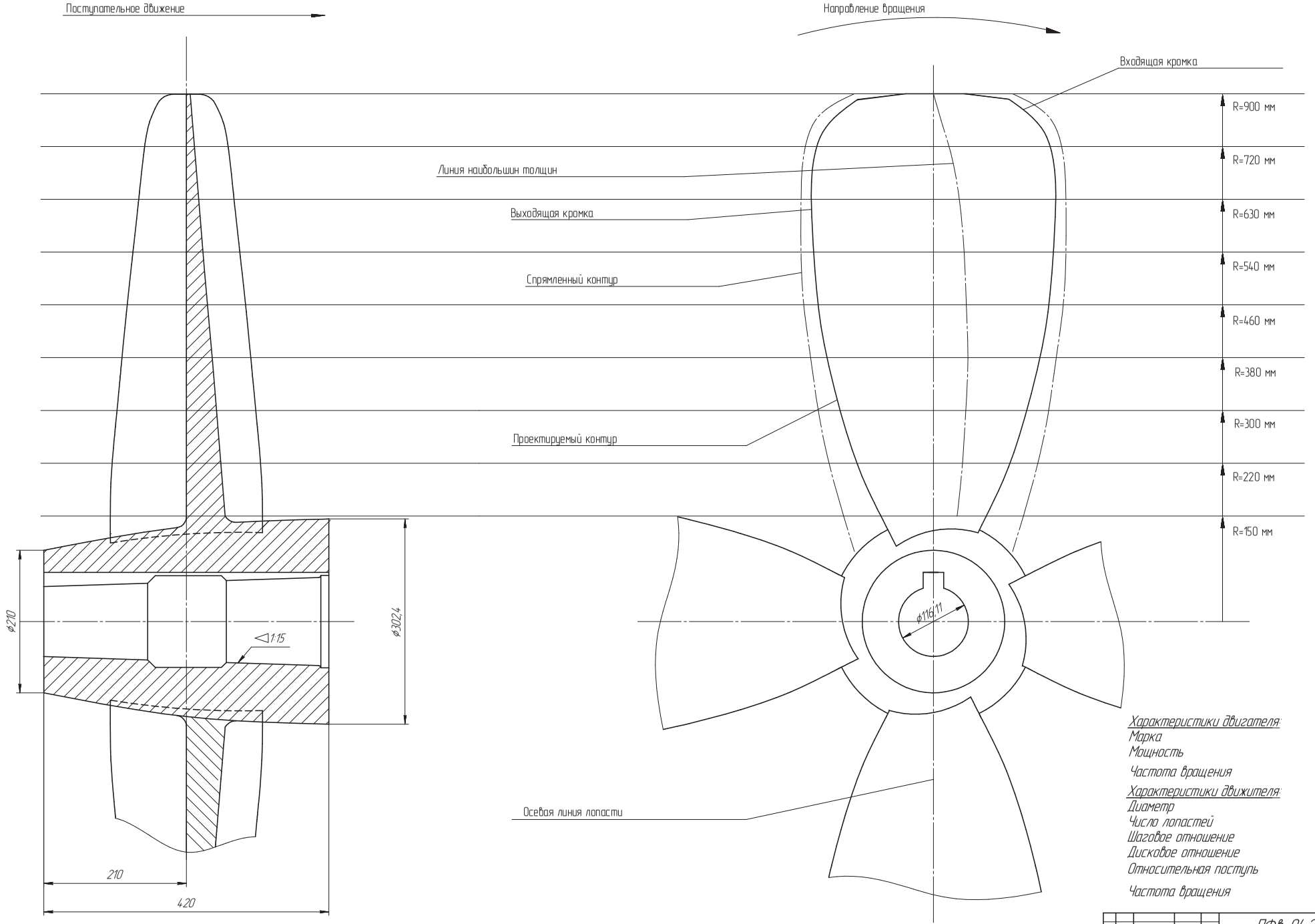
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ–04.207.124.08 ТБ	Лист 2

ПФВ-04.207.124.08 ТЧ



Характеристики двигателя:

Марка	МАК- М20
Мощность	Ре=940 кВт
Частота вращения	$n= 900\ мин^{-1}$

Характеристики движителя:

Диаметр	1,8 м
Число лопастей	4
Шаговое отношение	0,76
Дисковое отношение	0,70
Относительная поступь	$\lambda_p = 0,38$
Частота вращения	$n=375\ мин^{-1}$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.207.124.08 ТЧ	
Разраб.		Калимуллин			Винт гребной Теоретический чертеж	Лит. / Масса / Масштаб: 1:2,5
Пров.		Веречкин				Лист / Листов 1
Т.контр.						
Н.контр.		Колыванов				ВГУВТ
Утв.		Харимин				

Копировал — Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Взам. инв. № | Инв. № подл. | Подп. и дата | Подп. и дата | Инв. № подл.

ПФВ-04.207.120.10

Технико-экономические показатели танкера пр. 550-А

Наименование показателей.	Вариант 1. Базовое судно.	Вариант 2. Модифицированное судно.	Соотношение второго варианта к первому %
1. Мощность главного двигателя, кВт.	1472	1860	126
2. Скорость движения, км/ч	20	20,7	103,5
3. Провозная способность, млн. ткм.	228	242	106,1
4. Балансовая стоимость судна, млн. руб.	420	449	106,9
5. Эксплутационные расходы, тыс. руб.	112066	109014	97,3
6. Себестоимость перевозок, руб./ткм.	0,49	0,45	91,8
7. Производительность труда, тыс. руб./чел.	13447	14248	105,9
8. Уровнь рентабельности текущих затрат, %.	34,8	46,8	135
9. Приведеные затраты, руб./ткм.	0,949	0,913	96,2
10.Годовой экономический эффект, тыс. руб.	–	8720,1	–
11. Прибыль от перевозок грузов, тыс. руб.	39047,6	51097,7	130
12. Срок окупаемости, лет.	–	3,25	–

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Калимуллин		
Пров.		Варечкин		
Т.контр.				
Конс.		Задровский		
Н.контр.		Колыванов		
Утв.		Ларинин		

ПФВ-04.207.120.10

Технико-экономические показатели танкера пр. 550-А

Лит.	Масса	Масштаб
	–	–

Лист | Листов 1

ВГУВТ

Копировал | Формат А1

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Справ. № | Перв. примен.