

1	ОБЗОРНАЯ ЧАСТЬ	7
1.1	Описание сухогрузных теплоходов проект 765	7
1.2	Основные характеристики проекта 765А	8
1.3	Выбора двигателя в качестве главной судовой установки	14
1.4	Судовые дизельные двигатели ряда 23/30	14
1.5	Конструктивные особенности дизеля 6СПЧ1А23/30	16
1.6	Требования к автоматизации дизеля	17
1.7	Общие требования к судовым ДВС	19
1.8	Дизель генератор ДГ-25/1-2	20
1.9	Характеристика дизельной электростанции ДГ-25/1-2	21
1.10	Цель и задачи дипломного проекта	21
2	РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	23
2.1.	Модернизация корпуса судна	23
2.2.	Анализ проектных решений	23
2.3.	Определение возможной модернизации	26
2.4.	Расчетная схема нефтеналивного танка	29
2.5.	Обечайка танка	29
2.6.	Опорные палубные лапы	31
2.7.	Днище плоское с рёбрами	34
2.8.	Параметры и расчёт рёбер жёсткости	35
2.9.	Расчёт параметров кольца по ГОСТ 14249-89	37
2.10.	Вес нефтепродукта	38
2.11.	Коническая крыша	38
2.12.	Левый узел соединения:	39
2.13.	Правый узел соединения:	40
2.14.	Крыша верхняя	44
2.15.	Расчёт прочности узла врезки штуцера	46
2.16.	Расчётная толщина стенки штуцера:	48
2.17.	Определение запаса прочности корпуса	48
3	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	49
3.1.	Основные положения сборки судовых секций	49
3.2.	Требования к деталям, узлам, секциям, поступающим на сборку	50
3.3.	Требования к оснастке	55
3.4.	Требования к проверочным работам	57
3.5.	Установка и снятие временных креплений	59
3.6.	Описание техпроцесса сборки секции	63
4	ОХРАНА ТРУДА И БЖД	69
4.1.	Обоснование и выбор состава системы водяного пожаротушения	69
4.2.	Общие требования по охране труда и технике безопасности для сборочно-сварочного производства	80
4.3.	Требования к производственным помещениям, оборудованию, оснастке, инструменту	82

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

4.4.	Требования к персоналу, допускаемому к участию в производственном процессе.....	85
4.5.	Требования к организации рабочих мест.....	87
4.6.	Требования к хранению и транспортировке секций.....	89
5	Требования техники безопасности при испытании сварных швов методом „керосин на мел”	96
6	Нормативные документы по охране труда и пожарной безопасности, которыми следует руководствоваться при организации и выполнении работ.....	98
7	Перечень оснастки и инструмента, применяемых в сборочно-сварочном и корпусостроительном производстве	98
8	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	102
9	Техническое обоснование технологического процесса изготовления секции двойного дна	102
10	Расчет производственной мощности сборочно-сварочного участка изготовления секции двойного борта.....	104
11	Расчет количества оборудования сборочно-сварочного участка при односменной работе	105
12	План по труду и заработной плате сборочно-сварочного участка.....	107
13	Расчет численности промышленно-производственного персонала по категориям работающих	108
14	Расчёт производительности труда	110
15	Расчёт фонда оплаты труда по сборочно-сварочному цеху	111
16	Расчет полной себестоимости секции двойного борта по калькуляционным статьям затрат	111
17	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	120

Введение

На Красноярском совещании по флоту озвучено, что к 2020 году более 80% речных судов России будет выведено из эксплуатации, а для замены понадобится порядка 8 тысяч новых. «Поэтому судостроение сегодня выходит на первый план. Важная задача, стоящая перед нами – строительство флота».

Постройка новых судов требует значительны капитальных вложений, в то же время многие существующие суда не востребованы . В настоящее время на реках Сибири и Дальнего Востока требуется большое количество судов для перевозки горюче смазочных материалов и отсутствует потребность в сухогрузных судах. В дипломном проекте рассматривается возможность переоборудования сухогрузного теплохода проекта 765 в нефтеналивное судно для перевозки нефтепродуктов с температурой вспышки паров не ниже 600 С.

Переоборудование существующего судна это не только возможность "второй жизни" теплохода, но и существенная экономия финансовых средств.

1 ОБЗОРНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание сухогрузных теплоходов проект 765

На рисунке 1 показан общий вид сухогрузного теплохода

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		7



Рис. 1. Сухогрузный теплоход проект 765

Проекты 765, 765А, 765 р.ф. и 585. 600-тонные суда советской постройки, имеющие три трюма с люковыми закрытиями, с машинным отделением и надстройкой в кормовой части. Суда строились с 1955 по 1964 гг. на нескольких судостроительных заводах в двух модификациях, внешне отличающихся конструкцией надстройки. Модификация завода "Ленинская Кузница" имеет надстройку с открытыми проходами вдоль бортов.

Всего судов пр. 765 и его модификаций построено несколько сот единиц. Судам присваивались названия в честь рек СССР и серийные названия СТ с номерами из общих нумераций грузовых судов различных пароходств: в Камском пароходстве - трехсотая серия, в Московском - четырехсотая (серийное название ГТ), в Бельском - 500, в Волжском - 600, в Енисейском - 700, в Ленском - 900; в Северо-Западном пароходстве изначально присваивались серийные названия СТ6, затем замененные на обычные. С 1957 г. на основе пр. 765 строились рефрижераторы проекта 585 (серийное название "Рефрижератор2"); с 1958 г. - танкеры типа ТН (пр. 866).

1.2 Основные характеристики проекта 765А

Источник унификации - постройка на базе одного корпуса сухогрузного теплохода мощностью 300л.с. и грузоподъемностью 500 - 600т (проект 765) трех модификаций судна. Первая модификация - сухогруз грузоподъемностью 500 -

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		8

600т. Вторая модификация - танкер с пятью вставными вертикальными цилиндрическими цистернами для разных сортов груза (от бензина до мазута).

Третья модификация - рефрижератор грузоподъемностью 200 - 250т для перевозок скоропортящихся грузов. В основе всех этих судов - один и тот же корпус, одинаковые машинные отделения, надстройка, судовые устройства и оборудование. Двигательная установка судна состоит из двух дизелей суммарной мощностью 300- 380 л.с. При постройке суда оснащались дизелями чехословацкого производства .

Дизель 6ЧРН 27,5/36 завода "Шкода" (заводская марка 6L275RPNS)- четырехтактный, вертикальный, шестицилиндровый, реверсивный, с неразделенной камерой сгорания и с газотурбинным наддувом. Дизель получил применение в качестве главного судового двигателя как с непосредственной передачей мощности на гребной винт, так и с электропередачей и с передачей через зубчатый редуктор. Фундаментная рама закрытого типа отлита из чугуна. Снаружи вдоль всего двигателя она имеет фланцы для крепления к судовому фундаменту. Внутренняя полость рамы имеет плоские поперечные перегородки УЗ, на которых расположены рамовые подшипники для укладки коленчатого вала. Поперечные балки разделяют раму на отдельные мотылевые колодцы и снабжены рёбрами, направленными радиально от оси рамовых подшипников. Дно рамы образует ванну взаимозаменяемых половин (верхней и нижней) и изготовлены из стали с заливкой рабочей поверхности баббитом. Плоскость разъема вкладышей совпадает с плоскостью, проходящей через ось вала, но ниже плоскости соединения рамы со станиной двигателя. Прокладки для регулирования зазора в подшипнике установлены на двух контрольных штифтах. Провертывание и осевое перемещение вкладышей предотвращается вставкой, расположенной между крышкой подшипника и верхней половиной вкладыша. Крышки рамовых подшипников - стальные литые. В центре каждой крышки просверлено сквозное вертикальное отверстие, совпадающее с отверстием в верхней половине вкладыша для подвода масла на шейку вала. В плоскости этого отверстия по поверхности баббито-

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		9

вой заливки вкладыша проходит масляная канавка. К крышке подшипника двумя шпильками крепится фланец трубки, подводящей масло в подшипник. У стыков вкладышей выфрезерованы масляные холодильники.

Крышка подшипника скреплена с рамой двумя шпильками. Всего в раме расположено семь подшипников, из которых первый от маховика является установочным. На верхнюю, обработанную поверхность рамы устанавливают станину и блок цилиндров, представляющие собой общую чугунную отливку. Станина картерного типа крепится к раме болтами, расположенными с внутренней стороны соединения. Для разборки подшипников деталей движения на боковых поверхностях станины с двух сторон имеются люки, закрываемые съемными крышками 8. В крышках (через одну) есть отверстия, которые закрываются предохранительными пластинами. При резком повышении давления в картере вследствие взрыва масляных паров пластины открываются, тем самым давление в картере снижается и устраняется

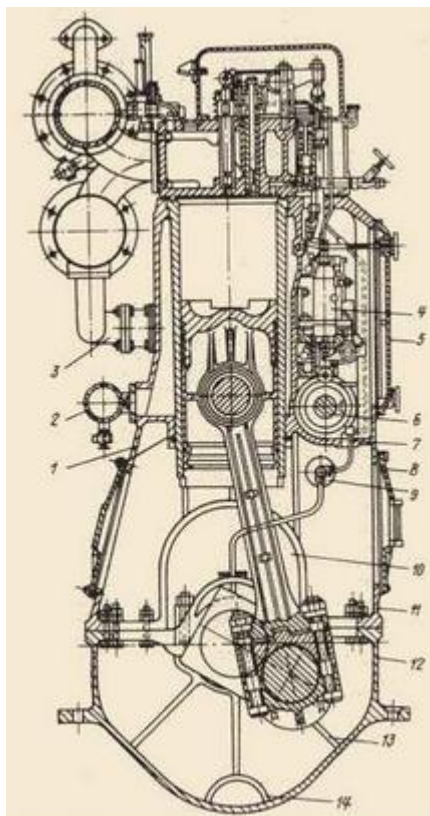


Рис. 2. Дизель Шкода 6L

Изм.	Лист	№ докцм.	Подпись	Дата

возможность разрыва его стенок. Как показывает опыт, однако, это предохранительное устройство недостаточно эффективно. Внутри, в плоскости рамовых подшипников, станина, так же как рама, снабжена поперечными перегородками.

На нижней торцевой поверхности перегородок над рамовыми подшипниками сделаны выемки 10 для монтажа подшипников, а в вертикальных стенках - отверстия 9 для прохода маслоподводящей трубы. Блок цилиндров разделен внутри поперечными перегородками, образующими шесть гнезд, в которые вставляются втулки цилиндров.

Втулки центрируются направляющими поясками. Пространство между наружными стенками втулки и окружающими ее стенками блока служит для прохода охлаждающей воды. Уплотнение водяного зарубашечного пространства достигается в верхней части плотной посадкой втулки в гнездо блока цилиндров и медной прокладкой, а в нижней части - резиновым кольцом, прижимаемым фланцем с помощью винтов. К блоку цилиндров с одной стороны монтируются распределительный вал 6 и топливные насосы 4, закрываемые съемными щитами 5, а с другой - труба 2 для подвода охлаждающей воды и труба 3 для отсоса воздуха из картера. Отсос воздуха из картера 1 при работе двигателя предусмотрен в целях вентиляции, чтобы исключить скопление в картере масляных паров. Как показала эксплуатация двигателя, отделение паров масла от воздуха металлической сеткой, расположенной в трубе 3, не достигает цели. Масляные пары скапливаются во впускном коллекторе и направляются в цилиндры. Наружный воздух поступает в картер через отверстия 7 в станине вследствие создаваемого внутри картера разрежения при работе двигателя. Для повышения жесткости блока цилиндров на его поперечных перегородках имеются продольные (вертикальные) и горизонтальные ребра. Втулка цилиндра изготовлена из чугуна. В верхней торцевой поверхности втулки проточена кольцевая канавка для буртика крышки цилиндра. Уплотнение стыковых поверхностей буртика и канавки достигается установкой между ними прокладки из отожженной красной меди. Охлаждающая во-

да, нагнетаемая насосом, поступает в зарубашечное пространство каждого цилиндра отдельно через отверстия в блоке, расположенные в плоскости оси цилиндров. Из зарубашечного пространства она переходит в охлаждаемую полость крышки цилиндра; для этой цели зарубашечное пространство цилиндра соединено с охлаждаемой полостью крышки внутренними штуцерами. Крышки цилиндров отлиты из чугуна. Смазка внутренней поверхности рабочих втулок цилиндров осуществляется фонтанирующим из зазоров рамовых и кривошипных подшипников маслом, брызги которого попадают непосредственно на поверхность втулок.

Рабочая втулка сверху имеет коническую расточку для удобства ввода в цилиндр поршня в собранном виде, а внизу - окна для прохода шатуна в крайних положениях. Середина этих окон должна находиться в плоскости движения оси шатуна, что достигается совпадением рисок на втулке и блоке цилиндров при запрессовке втулки в блок. С торцов двигателя расположены: со стороны маховика - регулятор и механизм передачи вращения от коленчатого вала к распределительному и к регулятору, а с противоположной стороны - компрессор и поршневые насосы охлаждающей воды. Коленчатый вал - сплошной, изготовлен из высококачественной углеродистой стали, с шестью коленами. На одном его конце имеется фланец для присоединения маховика двигателя. К торцу другого конца вала на шпильках крепится зубчатое колесо для привода в действие компрессора и масляного насоса. Колена вала расположены под углом 120° одно к другому, у каждого колена имеется по две плоские щеки. Все грани щеки плоские, за исключением верхней, которая выполнена по окружности; для уменьшения массы на ней сделаны наклонные скосы. Для прохода масла к кривошипным подшипникам рамовые и мотылевые шейки соединены косыми каналами, которые высверлены в вале и проходят через щеку. На конце седьмой рамовой шейки имеется упорный буртик, воспринимающий осевые усилия. Шейка, расположенная за упорным буртиком по направлению к маховику, служит для установки шестерни, передающей вращение шестерне распределительного вала через паразитную шестерню. Шестерня

- разъемная, скрепляется двумя бугелями, которые установлены на ее цилиндрических поясах с обеих сторон. Бугели также разъемные, стягиваются двумя болтами, по одному с каждой стороны. Уплотнение коленчатого вала со стороны маховика достигается войлочным кольцом, вставленным в канавку трапецевидного сечения, выточенную в отъемной боковой крышке остова двигателя. Маховик двигателя опирается на центрирующий выступ коленчатого вала и крепится к его фланцу болтами.

Гребной или промежуточный вал крепится к маховику через эластичную муфту. Шатуны изготовлены из легированной стали, стержень шатуна имеет двутавровое сечение. Верхняя головка шатуна - неразъемная, круглая, представляет одно целое со стержнем. В топливную систему двигателя входят: расходная цистерна, фильтры грубой и тонкой очистки, топливные насосы и форсунки. Фильтр грубой очистки - пластинчатый, фильтрующей поверхностью фильтра тонкой очистки являются два замшевых цилиндра. Топливные насосы - золотникового типа, неблочной конструкции, т. е. насосная пара (секция)-плунжер и втулка - для каждого цилиндра выполнена в отдельном корпусе. Каждый насос приводится в действие от распределительного вала и расположен по оси цилиндра со стороны распределительного механизма. При этом нагнетательный трубопровод имеет небольшую длину, что является преимуществом топливоподающей системы двигателя, так как в данном случае упругие колебания системы менее отрицательно влияют на ее работу. Кроме того, эта длина одинакова для всех цилиндров. Форсунка дизеля - закрытого типа. Ее распылитель имеет шесть сопловых отверстий диаметром по 0,3 мм. Игла форсунки открывается при давлении топлива 230-250 кгс/см². В штуцере форсунки размещен щелевой фильтр тонкой очистки топлива. Двигатель имеет всережимный регулятор частоты вращения с гидравлическим сервомотором; пускается в работу воздухом. для этого служит навешенный двухступенчатый компрессор. Реверсирование осуществляется передвижением распределительного вала вдоль оси воздушным сервомотором. На посту управления двигателем имеются три самостоятельные рукоятки; . топливная, пуска и реверса.

В масляную систему двигателя входят шестеренный масляный насос, пластинчатый фильтр, масляный холодильник, контрольно измерительные приборы, трубопровод и цистерна сточного масла. Шестеренный масляный насос приводится в действие от коленчатого вала.

1.3 Выбора двигателя в качестве главной судовой установки

На базовых судах установлены главные двигатели **6S-160PN** (Чехия). Они изготавливаются по ТУ 3123-001-00210944-99, одобренным Российским Речным Регистром. Сравнительная характеристика дизелей приведена в таблице 1.2

Табл.1. -Сравнительная характеристика дизелей

Обозначение по ГОСТ	6S-160PN (Чехия).	ЗД12(ЗД12Л)Россия (Барнаул)	ДРА450(6СПЧ1А23/30)Россия(РУМО Нижний Новгород)
Мощность номинальная, кВт	300	300	331
Частота вращения, об/мин	500	500	448
Удельный расход топлива, г/кВт-ч	228	172	212

1.4 Судовые дизельные двигатели ряда 23/30

Двигатели предназначены для работы в составе дизель-редукторного агрегата в качестве главного судового дизеля, а также в качестве главных и вспомогательных дизель-генераторов на судах морского, речного и рыбопромыслового флота в соответствии с требованиями Правил Российского Морского Регистра Судоходства;

Высокая экономичность двигателей обеспечивается:

- турбонаддувом с постоянным давлением;
- оптимизированной системой впрыска топлива;
- высокой степенью сжатия и максимальным давлением сгорания;
- применением двух распределительных валов для возможности раздельной установки фаз газораспределения и момента подачи топлива.

Высокие экологические характеристики обеспечиваются регулируемым началом впрыска топлива и оптимизацией момента зажигания путём поворота распределительного вала, что позволяет:

- приспособить двигатель к работе на различных сортах топлива с целью обеспечения его минимального расхода;
- снизить содержание NOx посредством задержки впрыска топлива;
- улучшить работу двигателя на частичных нагрузках.

Двигатель может эффективно работать на "тяжёлых" сортах топлива вязкостью до 700сСт при 50 °С. Надёжность работы двигателя обеспечена его конструкцией и материалами, из которых изготавливаются базовые детали, а также технологией его изготовления. Двигатель может быть поставлен с установкой турбокомпрессора на переднем, либо заднем торце двигателя по требованию заказчика.

В таблице 2 приведены основные параметры и характеристики 6ЧНСП18/22

Табл.2. -Технические характеристики 6СПЧ1А23/30

Параметры	Значения
Марка агрегата	6СПЧ1А23/30
Мощность, кВт	331
Частота вращения редуктора:	

передний ход, об/мин	448
задний ход, об/мин	340
Воспринимаемый упор от гребного винта, кН(кгс)	57,8(6000)
Топливо	дизельное ГОСТ305
Удельный расход топлива на номинальной мощности, кг/кВтч	0,217
Масло	M10B2C, M10Г2ЦС, M14B2. ГОСТ 13337
Удельный расход масла на угар, кг/кВтч	0,0009
Ресурс до капремонта, час	50000
Габаритные размеры, мм	4191 x1088
Масса (сухая), кг	6650

1.5 Конструктивные особенности дизеля 6СПЧ1А23/30

Дизель 6СПЧ1А23/30-четырёхтактный, с газотурбинным наддувом, нереверсивный, применяется в качестве главного и вспомогательного судового двигателя. Передача мощности гребному винту осуществляется через реверс-редуктор. Фундаментная рама дизеля -чугунная, закрытого типа, непосредственно соединена с блоком цилиндров. Вкладыши рамовых подшипников- стальные, залиты баббитом. Фундаментная рама имеет опорные лапы для крепления дизеля к судовому фундаменту. Втулки цилиндра изготовлены из легированного чугуна. Верхний опорный бурт втулки притирается к кольцевой выточке блока цилиндров. Внизу,

как обычно, уплотнение достигается двумя резиновыми кольцами из теплостойкой резины. Крышки цилиндров чугунные, индивидуальные на каждый цилиндр, крепятся к цилиндру шпильками. Уплотнение между крышкой и полостью цилиндра достигается железоасбестовой прокладкой. В крышке расположены впускной, выпускной, пусковой и индикаторный клапаны, а в выпускном канале - отверстие для измерения температуры выпускных газов. Коленчатый вал - цельнокованный из углеродистой стали. Смазочное масло подводится к рамовым подшипникам, а оттуда по каналам в колене вала - в кривошипный подшипник. Шатун - штампованный, его стержень двутаврового сечения имеет канал для подвода смазки к головному подшипнику. На носовом конце коленчатого вала крепится шестерня для привода вспомогательных механизмов и ведущая часть муфты отбора мощности, а на кормовом конце - маховик с гнездами для пальцевой полуэластичной муфты. Поршень - чугунный, в доньшке его расположена камера сгорания типа конструкции ЦНИДИ. У поршня четыре уплотнительных и два маслосъемных кольца, верхнее уплотнительное кольцо - хромированное. Распределительный вал приводится во вращение от коленчатого вала зубчатой передачей, размещенной на носовом конце дизеля. Топливная система дизеля включает топливоподкачивающий насос, фильтр, насос высокого давления и форсунку. Масляная система с "мокрым" картером включает шестеренный насос, фильтр грубой очистки масла, центробежный фильтр тонкой очистки, охладитель масла и поршневой насос ручной подкачки масла. Система охлаждения - замкнутая двухконтурная, имеет терморегулятор для автоматического регулирования температуры воды. Наддув осуществляется турбокомпрессором ТКР-14Н-9; кроме того, имеется охладитель наддувочного воздуха. Дизель имеет систему дистанционного автоматизированного управления (ДАУ), систему защиты и аварийно-предупредительной сигнализации.

1.6 Требования к автоматизации дизеля

Местный пульт управления должен:

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		17

отображать показания частоты вращения двигателя, давление масла перед фильтром, давление масла после фильтра, давление воды во внутреннем контуре охлаждения, давление пускового воздуха перед воздушным стартером, давление надувочного воздуха на входе в двигатель, температуру выхлопных газов каждого цилиндра, температуру масла перед двигателем, температуру масла на выходе из двигателя, температуру воды на входе и выходе из двигателя.

подавать одновременно световые и звуковые сигналы при появлении протечки топлива или достижения максимальной частоты вращения двигателя, максимальной температуры воды, максимальной температуры масла, минимального давления масла. Помимо подачи сигнализации при достижении максимальной частоты вращения или минимального давления масла должна производиться автоматическая остановка двигателя.

быть оборудован механизмом экстренной остановки двигателя.

Дистанционный пульт управления должен:

отображать показания частоты вращения двигателя, давление масла перед фильтром, давление масла после фильтра, давление воды во внутреннем контуре охлаждения, давление пускового воздуха перед воздушным стартером, давление надувочного воздуха на входе в двигатель, температуру выхлопных газов каждого цилиндра, температуру масла перед двигателем, температуру масла на выходе из двигателя, температуру воды на входе и выходе из двигателя.

подавать одновременно световые и звуковые сигналы при появлении протечки топлива или достижения максимальной частоты вращения двигателя, максимальной температуры воды, максимальной температуры масла, минимального давления масла. Помимо подачи сигнализации при достижении максимальной частоты вращения или минимального давления масла должна производиться автоматическая остановка двигателя.

быть оборудован механизмом экстренной остановки двигателя.

1.7 Общие требования к судовым ДВС

Сложные специфические условия работы ДВС на судах транспортного и промыслового флота требуют, чтобы они обладали целым рядом качеств:

- большой надежностью и ресурсом, т.е. были долговечны (работоспособны в течение многих лет);
- хорошими технико-экономическими показателями работы в широком диапазоне нагрузочных и скоростных режимов;
- работать на дешевых (остаточных) сортах топлива;
- достаточной для данного типа судна мощностью при возможно меньших размерах и массе;
- надежно работать с перегрузкой, т.е. развивать максимальную мощность, когда это необходимо в особо сложных, опасных условиях плавания;
- хорошо работать при крене, дифференте и в различных климатических условиях;
- постоянной готовностью к действию, т.е. безотказно и быстро запускаться и принимать нагрузку;
- приспособленностью к дистанционному и автоматическому управлению;
- хорошей уравновешенностью сил инерции и отсутствием запретных зон в рабочем диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала;
- возможно более простой и ремонтпригодной конструкцией, обеспечивающей безопасные и удобные условия работы с ней в помещении машинного отделения.

Главные двигатели при удовлетворении перечисленных требований еще должны:

- быть реверсивными, или снабжены реверсивной передачей от них к движителю, или рассчитаны на работу с реверсивным движителем, т.е. винтом регулируемого шага (ВРШ), крыльчатый или водометным;

- устойчиво работать при возможно меньшей частоте вращения вала для обеспечения малых ходов судна;
- способны длительно и непрерывно работать на полной мощности и с пониженной мощностью в аварийных ситуациях (с отключенными цилиндрами, при неработающем турбокомпрессоре и др.);
- воспринимать необходимое по условиям установки на судне осевое усилие, быть правого или левого вращения для комплектования многовальных СЭУ; все реверсивные двигатели должны выдерживать многократные реверсы и пуски, развивать не менее 85% номинальной или полной мощности при работе на задний ход.

Эффективная мощность для заднего хода на выходном фланце реверс-редукторных передач нереверсивных судовых дизелей должна быть не менее 70% номинальной мощности.

Для замены главной судовой энергетической установки, будет оптимален дизель 6СПЧ1А23/30

1.8 Дизель генератор ДГ-25/1-2

Электростанция ДГ-25/1-2. Состоит из дизельного двигателя 4К.-10.5/13-2 и синхронного генератора переменного трехфазного тока МС-32-4, смонтированных на общей раме и соединенных между собой упругой муфтой.

Двигатель — четырехцилиндровый, вертикальный, быстроходный, четырехтактный, бескомпрессорный, с вихрекамерным смесеобразованием, с запуском от электростартера. Частоту вращения вала регулирует всережимный прецизионный регулятор центробежного типа. Система смазки — комбинированная, циркуляционная, под давлением и разбрызгиванием. Система охлаждения — водяная, принудительная, с радиатором воздушного охлаждения. Дизель-генераторную электростанцию монтируют на специальном фундаменте в крытом, сухом и вентилируемом помещении.

Поставляют комплектно с контрольно-измерительными приборами, радиатором, набором инструмента и приспособлений, а также комплектом запасных частей.

1.9 Характеристика дизельной электростанции ДГ-25/1-2

Мощность, кВт: генератора (номинальная) - 25

двигателя - 29

Напряжение, В, - 230 или 400

Частота вращения коленчатого вала двигателя, мин⁻¹ -1500

Удельный расход, г/кВт-ч:

топлива - 272

масла - 6,0

Габаритные размеры, мм - 2275X670X1150

Масса, кг-1275

1.10 Цель и задачи дипломного проекта

В дипломном проекте рассматривается модернизация сухогруза с установкой пяти танков для нефтепродуктов на усиленную вторую палубу.

Предусматривается установка дополнительного дизель генератора для обслуживания товарных насосов

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата		21

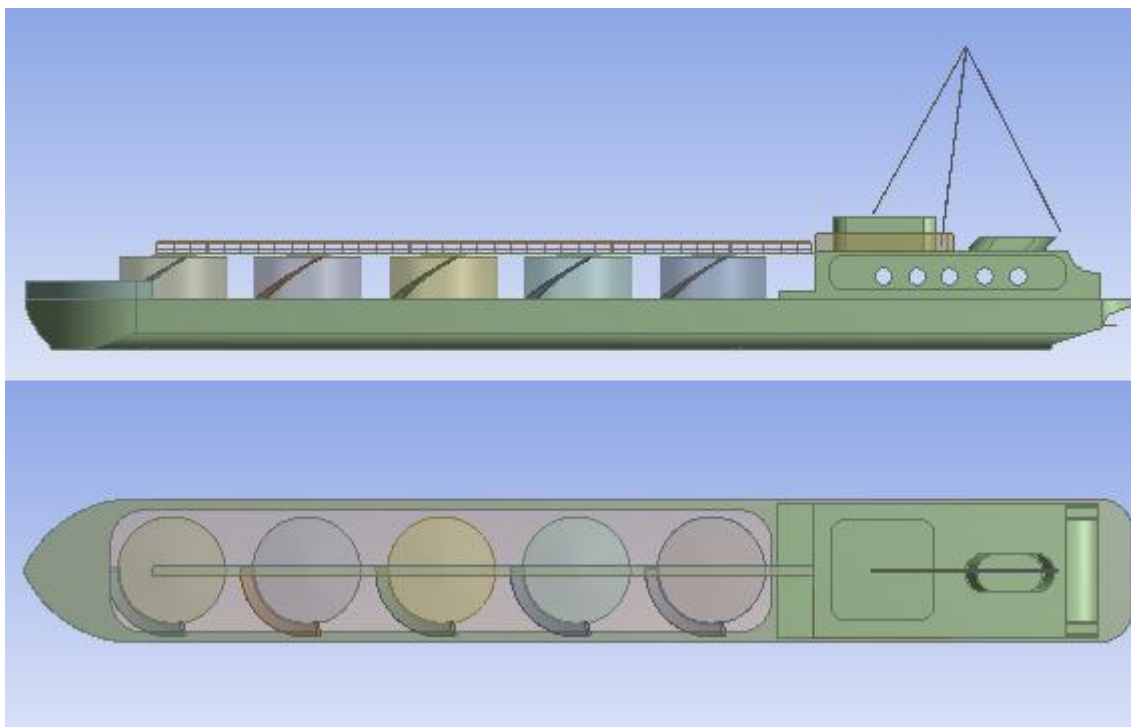


Рис. 3. Модель модернизации теплохода

Для осуществления данной цели ставим следующие задачи:

1. Дать общую характеристику сухогруза проекта 765. Исходя из технико-эксплуатационных и технико-экономических данных выбрать возможную

2 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Модернизация корпуса судна

Большое значение в современном судостроении имеет унификация судов, т.е. постройка в одинаковых корпусах судов различных назначений. В таких случаях говорят, что судно имеет несколько модификаций.

Преимущество унификации - увеличение числа строящихся корпусов с одинаковым оборудованием машинных отделений, судовыми устройствами и т. п., что приводит к их удешевлению.

В техническом задании должны быть сформулированы все основные требования к судну, постройка которого намечается. От тщательности разработки технического задания во многом зависит качество проекта.

Главная задача проектирования - определение элементов судна, связи с тем что судно внутреннего плавания работает в условиях ограниченного фарватера (глубина судового хода, ширина шлюзов, радиусы кривизны судового хода, ограничивающие длину судна, и т. п.), часть элементов судна может быть указана в задании на проектирование, например ширина корпуса (для возможности прохода через шлюз), осадка, мощность (когда в задании определен двигатель для данного судна). К показателям судна, определяемым в процессе проектирования, можно отнести грузоподъемность (если главные размерения судна приведены в задании); скорость хода самоходного судна или тяга для буксирного (если указан двигатель); мощность (если оговорена скорость хода самоходных судов или тяга буксирных); вместимость (если указаны главные размерения).

2.2. Анализ проектных решений

При выполнении дипломного проекта основной задачей являлось максимальное приближение решений к условиям Ленского пароходства и возможность проведения модернизации с минимальными затратами.

В сложившейся ситуации судовладельцы были вынуждены искать пути продления срока службы судов с выполнением различного рода процедур по обеспечению безопасной их эксплуатации.

Такой наиболее известной в отечественной практике процедурой является обновление (реновация) корпусов судов.

Обновление предполагает получение от классификационного общества сертификата Hull Renovation установленной формы. Сертификат выдается на судно после его обследования и последующего необходимого ремонта или восстановления соответствующих элементов судовых конструкций до уровня, требуемого классификационным обществом. После получения данного сертификата судовладелец имеет определенные преимущества, а судно рассматривается как 5-летнее (уровень 1SS), 10 летнее (уровень 2SS) в зависимости от объема восстановительных работ. Кроме выдачи указанного сертификата, делается запись в классификационном свидетельстве.

Проведение процедуры обновления и получения соответствующего сертификата позволяет судовладельцу эксплуатировать судно в портах, где есть ограничения по возрасту. Обновленное судно заметно легче отфрахтовывается. Основной недостаток процедуры обновления: реновация касается только корпуса. Машины, механизмы, устройства и системы остаются без изменений. Отсюда в судовых документах не меняется возраст судна, и поэтому реновация не позволяет, как правило, снизить страховые ставки и мало влияет на экономику судна.

Если судовладельца не устраивают практические результаты процедуры обновления, проводится конверсия судна – крупная, как правило, размерная модернизация судна с предъявлением его по всем частям как «нового», т.е. на соответствие требованиям международных конвенций и правил классификационного общества на дату предъявления.

После конверсионных работ судовладелец получает практически новое судно с полным комплектом документов, одобренных классификационным обще-

ством, а срок службы судна исчисляется от даты модернизации. Как правило, подобная конверсия позволяет изменить при необходимости и назначение судна.

Конверсия судов позволяет решать задачи по продлению срока службы в кратчайшие сроки и с минимальными затратами. Некоторые суда устаревают морально задолго до наступления предельного физического износа их корпусов и механизмов. Зачастую их рано сдавать на слом, и выходом из такого положения может стать модернизация и переоборудование.

Анализируя многочисленные случаи модернизации и переоборудования судна за рубежом, можно выделить следующие основные технологические направления:

- увеличение главных размерений судна путем замены части его корпуса новой, более крупной;
- увеличение главных размерений судна с помощью вставок и наделок с использованием всего старого корпуса;
- создание многокорпусных судов из однокорпусных, а также расчленение корпуса на отдельные части, которые после дооборудования используются в качестве самостоятельных плавучих сооружений.

Выбор варианта увеличения службы определяется в результате технико-экономического обоснования по каждому объекту, подготовка которого предполагает обследование и обоснования, включая:

- требования, которым должно отвечать судно на дату предъявления;
- регион плавания судна (страны, порты захода);
- виды перевозимых грузов;
- особые требования, обусловленные эксплуатационными особенностями, районом плавания (национальные требования, эксплуатационные ограничения);
- тип размерной модернизации;
- приведение в соответствие с МК СОЛАС;
- приведение в соответствие с МАРПОЛ;
- приведение элементов корпуса в соответствие с требованиями РС;

- приведение в соответствие с требованиями РС характеристик судовых механизмов и оборудования;

- приведение в соответствие с требованиями РС характеристик судовых систем;

приведение в соответствие с требованиями РС характеристик судового электрооборудования.

На рис. 2 представлена 3-Д модель корпуса теплохода и разделение корпуса.

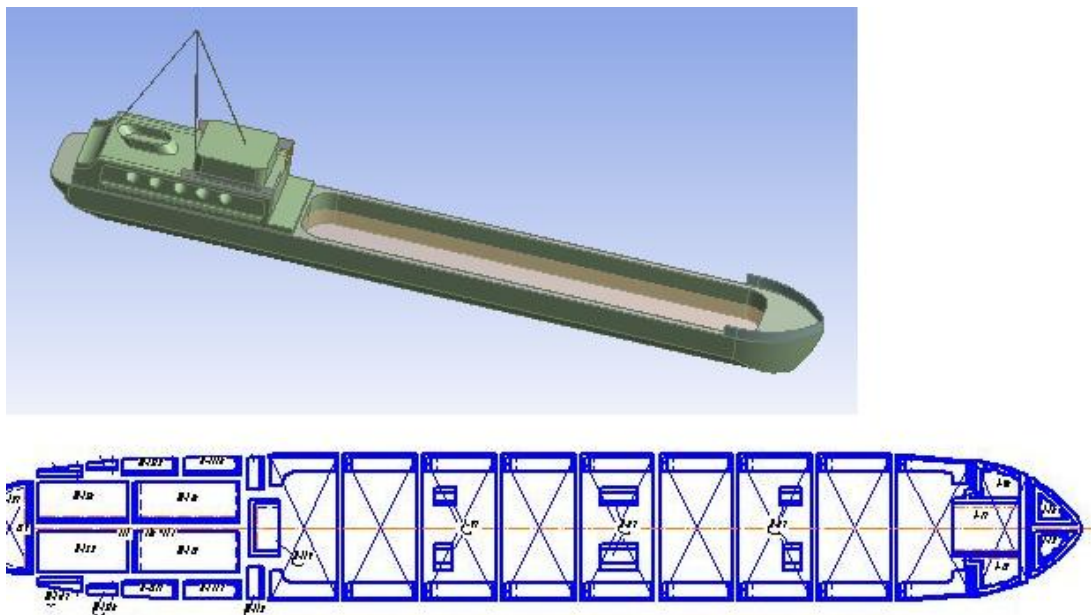


Рис. 4. Модель корпуса теплохода

Корпус теплохода выполнен сварным из листа 5 мм . Набор корпуса флорами 1625 мм Набор кильсонами 2400 мм.

2.3. Определение возможной модернизации

Рассматривается две возможности модификации теплохода выполнение танков как единое целое (аналог танкера типа "Ленанефть" и модернизацией установкой отдельно стоящими танками .

Судоремонт - частичная замена различных корпусных элементов на новые (частично набор, наружная обшивка корпуса, палуба, переборки), ремонт механизмов и оборудования по акту дефектации:

- демонтаж палубных механизмов, монтаж новых или отремонтированных (якорное устройство с ремонтом якорных цепей, швартовное устройство, леерное ограждение и т.д.); демонтаж, полный ремонт винто-рулевого комплекса (ВРК) с возможностью правки, проточки и наплавки валов, монтаж ВРК;

-демонтаж, ремонт и монтаж насосов различной модификации, котло-агрегатов;

-демонтаж-монтаж ГД и ДГА;

-частичная и полная замена трубопроводов судовых систем.

Реновация - замена части корпуса с использованием секционного метода для увеличения срока эксплуатации судна (в некоторых случаях изменении класса судна), ремонт механизмов и оборудования с частичной заменой на новое.

Модернизация - строительство нового судна с использованием элементов эксплуатируемого судна (как правило, это носовая и кормовая оконечности). Это дает возможность строительства судна с новыми параметрами (изменение габаритов судна, класса судна, назначением и т.д.) с меньшими затратами.

Имеется пример переоборудование т\х "СТ-666" пр. 765А под перевозку нефтепродуктов (проект Р5005) Сухогрузный теплоход с тремя грузовыми трюмами постройки 1965г., грузоподъемностью 600т переоборудован на Ростовском ЦПКБ "Стапель" в нефтеналивное судно - танкер. Тип судна - двухвинтовой теплоход, с тремя вставными танками для перевозки нефтепродуктов с температурой вспышки паров выше 60° С, с полубаком и полуютом, с расположением машинного отделения и надстройки в кормовой части судна (рис. 3 а)

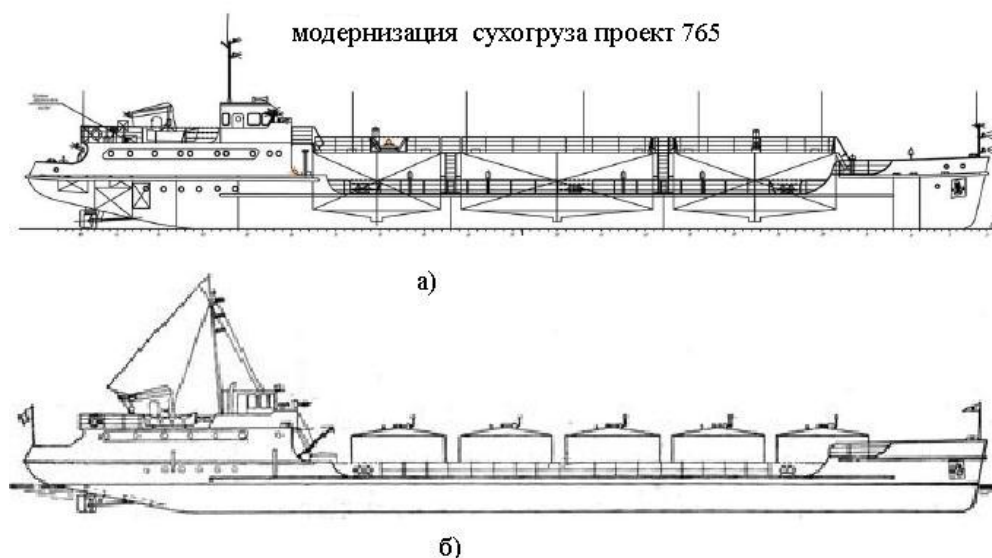


Рис. 5. Варианты модернизации а) три танка б) пять палубных резервуаров

Главные размерения судна, силовая установка, движительный комплекс после переоборудования сохранены без изменений. Произведена замена судового дизель-генератора на более мощный, дополнительно установлен новый дизель-генератор. Судно дооборудовано более производительной системой пенотушения, дополнительно установлена система углекислотного пожаротушения. Установлено два грузовых насоса на палубе танков. Грузовая система проходит по палубе танков. Манифольд грузовой системы размещен на кормовом танке.

Для обеспечения перевозки различных нефтепродуктов (бензин, масла, технологические мазут и дизельное топливо) при эксплуатации танкера в бассейне реки Лена целесообразно провести модернизацию с установкой пяти отдельных грузовых резервуаров (рис 4,б). При этом резервуары могут быть изготовлены отдельно согласно требованиям ГОСГОРТЕХНАДЗОР России ПБ 03-605-03. Готовые резервуары могут быть заказаны у сертифицированных изготовителей и установлены на укрепленное второе днище теплохода.

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

2.4. Расчетная схема нефтеналивного танка

Расчет на прочность выполнен на ЭВМ по программе «Пассат 1.08», разработанной ООО НТП «Трубопровод».

Исходные данные для расчета

Рабочая среда	мазут
К заполнения аппарата	0,90
Плотность жидкости/газа	0,8 кг/куб.м



Рис. 6. Общий вид аппарата

2.5. Обечайка танка

Исходные данные

Материал:	Ст3
Внутр. диаметр, D:	2·103 мм
Толщина стенки, s:	10 мм
Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, c1:	2 мм
Прибавка для компенсации минусового допуска, c2:	0,8 мм
Прибавка технологическая, c3:	0 мм
Сумма прибавок к расчётной толщине стенки, c:	2,8 мм
Длина обечайки, L:	1,8·103 мм

Коэффициенты прочности сварных швов:

Продольный шов:

$$\varphi_p = 1$$

Окружной шов:

$$\varphi_T = 1$$

Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:

Расчётная температура, T: 20 оС

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 0,01001708 МПа
 Расчётный изгибающий момент, M: 0 Н м
 Расчётное поперечное усилие, Q: 0 Н
 Расчётное осевое растягивающее усилие, F: 0 Н

Результаты расчёта:

Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре 20 оС (рабочие условия):

$$[\sigma]_{20} = 154 \text{ МПа}$$

Модуль продольной упругости для материала Ст3 при температуре 20 оС:

$$E_{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 14249-89

Гладкая обечайка, нагруженная внутренним избыточным давлением (п. 2.3.1.).

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p \cdot (s - c)}{D + (s - c)} = 2 \cdot 154 \cdot 1 \cdot (10 - 2,8) / (2 \cdot 103 + 10 - 2,8) = 1,104823 \text{ МПа}$$

$$1,104823 \text{ МПа} \square 0,01001708 \text{ МПа}$$

Заключение: Условие прочности выполнено

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:

$$s_p + c = \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p - p} + c = (0,01001708 \cdot 2 \cdot 103) / (2 \cdot 154 \cdot 1 - 0,01001708) + 2,8 = 2,865048 \text{ мм}$$

Расчётный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления:

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s - c)} = 2 \cdot ((10 - 2,8) / 0,06504806 - 0,8) \cdot \sqrt{2 \cdot 103 \cdot (10 - 2,8)} / 2 = 2,637297 \cdot 104 \text{ мм}$$

Минимальное расстояние между "одиночными" штуцерами:

$$b_0 = 2 \cdot \sqrt{D \cdot (s - c)} = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot 103 \cdot (10 - 2,8)} / 2 = 240 \text{ мм}$$

Расчёт в условиях испытаний (Условия гидроиспытаний)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 °С

Расчётное внутреннее избыточное давление (с учётом гидростатического), p: 1,123716 МПа

Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре 20 оС :

$$[\sigma]_{20} = \square \cdot Re_{20} / 1,1 = 1 \cdot 250 / 1,1 = 227 \text{ МПа}$$

Модуль продольной упругости для материала Ст3 при температуре 20 оС:

$$E_{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 14249-89

Гладкая обечайка, нагруженная внутренним избыточным давлением (п. 2.3.1.).

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p \cdot (s - c)}{D + (s - c)} = 2 \cdot 227 \cdot 1 \cdot (10 - 2,8) / (2 \cdot 103 + 10 - 2,8) = 1,628537 \text{ МПа}$$

$$1,628537 \text{ МПа} \square 1,123716 \text{ МПа}$$

Заключение: Условие прочности выполнено

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:

$$s_p + c = \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p - p} + c = (1,123716 \cdot 2 \cdot 103) / (2 \cdot 227 \cdot 1 - 1,123716) + 2,8 = 7,762574 \text{ мм}$$

Расчетный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления:

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s-c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s-c)} = 2 \cdot \left(\frac{(10 - 2,8)}{4,962574} - 0,8 \right) \cdot (2 \cdot 103 \cdot (10 - 2,8))^{1/2} = 156,2064 \text{ мм}$$

Минимальное расстояние между “одиночными” штуцерами:

$$b_0 = 2 \cdot \sqrt{D_p \cdot (s-c)} = 2 \cdot (2 \cdot 103 \cdot (10 - 2,8))^{1/2} = 240 \text{ мм}$$

2.6. Опорные палубные лапы

Расчёт на прочность обечайки от воздействия опорных нагрузок по ГОСТ 26202–84

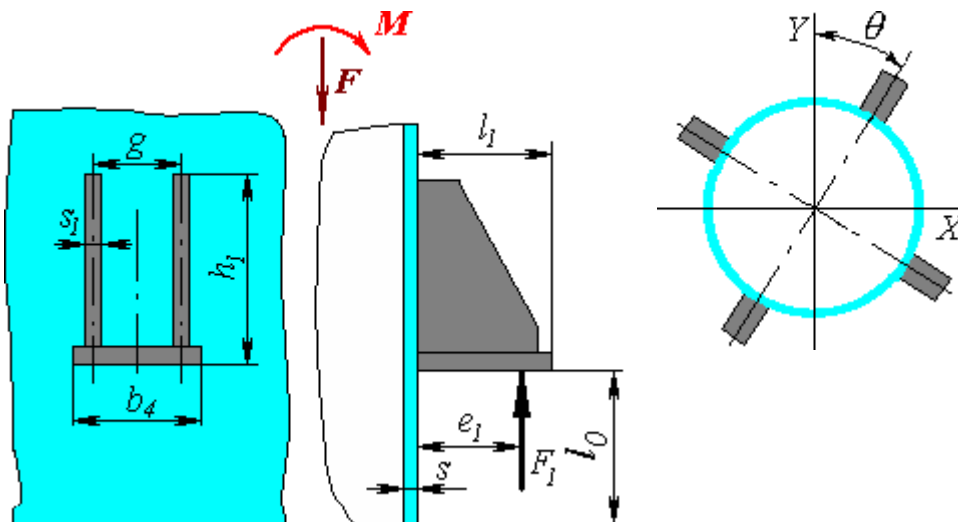


Рис. 7. Расчетная схема опорных лап

Элемент, связанный с опорой:

Тип опоры:

Внутренний диаметр обечайки, D:

Толщина стенки обечайки, s:

Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, с1:

Прибавка для компенсации минусового допуса, с2:

Прибавка технологическая, с3:

Сумма прибавок к расчётной толщине стенки, с:

Число опор:

(точный монтаж)

Расстояние от края элемента, l0:

Ширина основной плиты, b4:

Высота опорной лапы, h1:

Расстояние между средними линиями рёбер, g:

Толщина стенки лапы, s1:

Длина опорной лапы, l1:

Расстояние между точкой приложения усилия и обечайкой или подкладным листом, e1:

Обечайка танка

Тип А

2·103 мм

10 мм

2 мм

0,8 мм

0 мм

2,8 мм

Четыре

0 мм

200 мм

100 мм

60 мм

5 мм

200 мм

100 мм

Угол расположения опор, α :

0 градус

Коэффициенты прочности сварных швов:

$$\varphi_p = 1$$

Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:

Расчётная температура, T: 20 оС

Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 0,01001708 МПа

Расчётный изгибающий момент, M: 0 Н м

Расчётное внешнее осевое усилие, F: 0 Н

Результаты расчёта:

Определение расчётных усилий

Номер элемента, i	Название элемента	Вес элемента*, Gi, Н
1	Днище плоское с рёбрами №1	2,696195·103
2	Обечайка танка	8,783982·103
3	Вес нефтепродукта	2·103
5	Коническая крыша	2,586987·103
6	Крыша верхняя	622,7887
7	штуцер гусак	26,59064

*Включая вес продукта при его наличии

Общий вес сосуда:

$$G = \sum G_i = 1,671654 \cdot 104 \text{ Н}$$

Усилие, действующее на опорную лапу (при обеспечении равномерного распределения нагрузок между всеми опорными лапами):

$$F_1 = \frac{G+F}{4} + \frac{M}{D_k + 2 \cdot (e_1 + s + s_2)} = (1,671654 \cdot 104 + 0) / 4 + 0 / (2 \cdot 103 + 2 \cdot (100 + 10 + 0)) = 4,179136 \cdot 103 \text{ Н}$$

$$K_2 = \begin{cases} 1,2 - \text{для рабочих условий} \\ 1,0 - \text{для условий испытаний и монтажа} \end{cases}$$

Расчётный диаметр:

$$D_R = D = 2 \cdot 103 \text{ мм}$$

Для опор типов А, В, С (при укреплении подкладным листом – для всех типов):

$$\bar{\sigma}_m = \frac{p \cdot D_R}{2 \cdot (s - c)} = 0,01001708 * 2 \cdot 103 / (2 * (10 - 2,8)) = 1,39126 \text{ МПа}$$

$$\varphi_2 = K_2 \cdot \frac{\bar{\sigma}_m}{n_T \cdot [\sigma] \cdot \varphi} = 1,2 * 1,39126 / (1,5 * 154 * 1) = 0,007227327$$

$$\varphi_1 = 0,3$$

Коэффициент K1:

$$K_1 = \left(\frac{1 + 3 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2}{3 \cdot \varphi_1^2} \right) \cdot \left(\pm \sqrt{\frac{9 \cdot \varphi_1^2 \cdot (1 - \varphi_2^2)}{(1 + 3 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2)^2} + 1} - 1 \right); \quad K_1 \geq 0 = 1,272904$$

Примечание: в соответствии с п. 1.2.3 ГОСТ 26202-84 при $\varphi_2 < 0$ в расчёте K1 знаки φ_1 и φ_2 меняют на противоположные

Предельное напряжение изгиба:

$$[\sigma_i] = K_1 \cdot [\sigma] \cdot \frac{n_T}{K_2} = 1,272904 * 154 * 1,5 / 1,2 = 245,0339 \text{ МПа}$$

$$x = \ln\left(\frac{D_R}{2 \cdot (s - c)}\right) = \ln(2 \cdot 103 / (2 * 10 - 2,8)) = 4,933674$$

$$y = \ln\left(\frac{h_1}{D_R}\right) = \ln(100 / 2 \cdot 103) = (-2,995732)$$

$$\ln z = (-5,964 - 11,395 \cdot x - 18,984 \cdot y - 2,413 \cdot x^2 - 7,286 \cdot x \cdot y - 2,042 \cdot y^2 + 0,1322 \cdot x^3 + 0,4833 \cdot x^2 \cdot y + 0,8469 \cdot x \cdot y^2 + 1,428 \cdot y^3) \cdot 10^{-2} = 0,05054086$$

Коэффициент K7 (определяется в зависимости от конструкции опорной лапы):

$$K_7 = z = e^{0,05054086} = 1,05184$$

Допускаемое осевое усилие в месте приварки опорной лапы (при g/h1 = 0,6):

$$[F_1] = \frac{[\sigma_1] \cdot h_1 \cdot (s - c)^2}{K_7 \cdot e_1} = 245,0339 * 100 * (10 - 2,8)^2 / (1,05184 * 100) = 1,207652 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Несущая способность обечайки в месте приварки опорной лапы определяется выполнением условия:

$$F_1 \leq [F]_1$$

$$F_1 = 4,179136 \cdot 10^3 \text{ Н} \quad [F]_1 = 1,207652 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчёт в условиях испытаний (Условия гидроиспытаний)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 оС

Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 1,123716 МПа

Расчётный изгибающий момент, M: 0 Н м

Расчётное внешнее осевое усилие, F: 0 Н

Определение расчётных усилий

Номер элемента, i	Название элемента	Вес элемента*, Gi, Н
1	Днище плоское с рёбрами №1	2,696195·103
2	Обечайка танка	6,416178·104
5	Коническая крыша	1,156031·104
6	Крыша верхняя	699,7023
7	штуцер гусак	34,282

*Включая вес продукта при его наличии

Общий вес сосуда:

$$G = \sum G_i = 7,915226 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Усилие, действующее на опорную лапу (при обеспечении равномерного распределения нагрузок между всеми опорными лапами):

$$F_1 = \frac{G + F}{4} + \frac{M}{D_k + 2 \cdot (e_1 + s + s_2)} = (7,915226 \cdot 10^4 + 0) / 4 + 0 / (2 \cdot 103 + 2 * (100 + 10 + 0)) = 1,978807 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$$K_2 = \begin{cases} 1,2 - \text{для рабочих условий} \\ 1,0 - \text{для условий испытаний и монтажа} \end{cases}$$

Для опор типов А, В, С (при укреплении подкладным листом – для всех типов):

$$\bar{\sigma}_m = \frac{p \cdot D_R}{2 \cdot (s - c)} = 1,123716 * 2 \cdot 103 / (2 * (10 - 2,8)) = 156,0717 \text{ МПа}$$

$$\varphi_2 = K_2 \cdot \frac{\bar{\sigma}_m}{n_T \cdot [\sigma] \cdot \varphi} = 1 * 156,0717 / (1,1 * 227 * 1) = 0,6250367$$

$$\varphi_1 = 0,3$$

Коэффициент K1:

$$K_1 = \left(\frac{1+3 \cdot \vartheta_1 \cdot \vartheta_2}{3 \cdot \vartheta_1^2} \right) \cdot \left(\pm \sqrt{\frac{9 \cdot \vartheta_1^2 \cdot (1-\vartheta_2^2)}{(1+3 \cdot \vartheta_1 \cdot \vartheta_2)^2} + 1} - 1 \right); \quad K_1 \geq 0 = 0,5580386$$

Примечание: в соответствии с п. 1.2.3 ГОСТ 26202-84 при $\vartheta_2 < 0$ в расчёте K_1 знаки ϑ_1 и ϑ_2 меняют на противоположные

Предельное напряжение изгиба:

$$[\sigma_i] = K_1 \cdot [\sigma] \cdot \frac{n_T}{K_2} = 0,5580386 * 227 * 1,1 / 1 = 139,3422 \text{ МПа}$$

$$x = \ln \left(\frac{D_R}{2 \cdot (s-c)} \right) = \ln (2 \cdot 103 / (2 * 10 - 2,8)) = 4,933674$$

$$y = \ln \frac{h_1}{D_R} = \ln (100 / 2 \cdot 103) = (-2,995732)$$

$$\ln z = (-5,964 - 11,395 \cdot x - 18,984 \cdot y - 2,413 \cdot x^2 - 7,286 \cdot x \cdot y - 2,042 \cdot y^2 + 0,1322 \cdot x^3 + 0,4833 \cdot x^2 \cdot y + 0,8469 \cdot x \cdot y^2 + 1,428 \cdot y^3) \cdot 10^{-2} = 0,05054086$$

Коэффициент K_7 (определяется в зависимости от конструкции опорной лапы):

$$K_7 = z = e^{0,05054086} = 1,05184$$

Допускаемое осевое усилие в месте приварки опорной лапы (при $g/h_1 = 0,6$):

$$[F_1] = \frac{[\sigma_i] \cdot h_1 \cdot (s-c)^2}{K_7 \cdot e_1} = 139,3422 * 100 * (10 - 2,8)^2 / (1,05184 * 100) = 6,867492 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Несущая способность обечайки в месте приварки опорной лапы определяется выполнением условия:

$$F_1 \leq [F]_1$$

$$F_1 = 1,978807 \cdot 10^4 \text{ Н} \square [F]_1 = 6,867492 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

2.7. Днище плоское с рёбрами

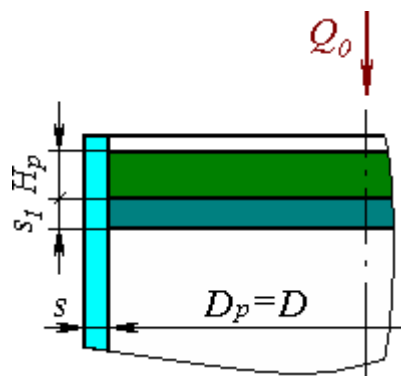


Рис. 8. Расчетная схема

Материал:	Ст3
Внутренний диаметр смежного элемента, D:	2·103 мм
Толщина стенки смежного элемента, s:	10 мм
Толщина стенки днища, s1:	10 мм
Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, c1:	2 мм
Прибавка для компенсации минусового допуска, c2:	0,8 мм
Прибавка технологическая, c3:	0 мм
Сумма прибавок к расчётной толщине стенки, c:	2,8 мм

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата
------	------	-----------	---------	------

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчетное допускаемое давление, действующее на плоское днище в целом:

$$[p_1] = \frac{12 \cdot [2 \cdot \pi \cdot M_c + Q_0 \cdot (1 - \rho_0)]}{\pi \cdot D_p^2 \cdot (1 - \rho_0^2)} = \frac{12 \cdot [2 \cdot 3,141593 \cdot 4,090009 \cdot 103 + 0 \cdot (1 - 0)]}{(1 - 0) \cdot (3,141593 \cdot 2 \cdot 103^2 \cdot (1 - 0,2))} = 0,02454005 \text{ МПа}$$

Расчетное допускаемое давление, действующее в промежутке между ребрами:

$$[p_2] = \frac{12 \cdot [\sigma_1] \cdot (s_1 - c)^2 \cdot \left(1 + \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{n}\right)^2}{D_p^2 \cdot \left(\frac{\sin \frac{\pi}{n}}{n}\right)^2} = \frac{12 \cdot 154 \cdot (10 - 2,8)^2 \cdot (1 + \sin(3,141593 / 6))^2}{(103)^2 \cdot (\sin(3,141593 / 6))^2} = 0,2155507 \text{ МПа}$$

Допускаемое избыточное давление:

$$[p] = \min \{ [p_1]; [p_2] \} = \min \{ 0,02454005; 0,2155507 \} = 0,02454005 \text{ МПа}$$

0,02454005 МПа \square 0,01001721 МПа

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчет в условиях испытаний (Условия гидроиспытаний)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчетная температура, T: 20 оС

Расчетное внутреннее избыточное давление, p: 1,123902 МПа

Свойства материала днища:

Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре 20 оС :

$$[\sigma]_{20} = \sigma_{\text{Re}20/1,1} = 1 \cdot 250 / 1,1 = 227 \text{ МПа}$$

Свойства материала ребра:

Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре 20 оС :

$$[\sigma]_{20p} = \sigma_{\text{Re}20/1,1} = 1 \cdot 250 / 1,1 = 227 \text{ МПа}$$

Расстояние от срединной поверхности днища до нейтральной поверхности:

$$e = \frac{n \cdot A_p \cdot [\sigma_p]}{2 \cdot \pi \cdot D_p \cdot [\sigma_1]} = \frac{6 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 227}{2 \cdot 3,141593 \cdot 103 \cdot 227} = 0,2387324 \text{ мм}$$

Расчетный изгибающий момент днища, отнесенный к длине контурной линии:

$$M_1 = [\sigma_1] \cdot \left[e^2 + \left(\frac{s_1 - c}{2} \right)^2 \right] = 227 \cdot [0,2387324^2 + ((10 - 2,8) / 2)^2] = 2,954857 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Расстояние от центра тяжести поперечного сечения ребра жесткости до его основания:

$$e_0 = e_k = 25 \text{ мм}$$

Расчетный суммарный изгибающий момент, отнесенный к длине контурной линии:

$$M_c = M_1 + \frac{[\sigma_p] \cdot \varphi_p \cdot n \cdot A_p}{\pi \cdot D_p} \cdot \left(e_0 - e + \frac{s_1 - c}{2} \right) = 2,954857 \cdot 10^3 + \frac{227 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{3,141593 \cdot 103} \cdot (25 - 0,2387324 + (10 - 2,8) / 2) = 6,02878 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Условие выполнения прочности при действии дополнительного усилия, действующего на центральную часть днища:

$$0,9 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot M_c}{1 - \rho_0} \geq Q_0$$

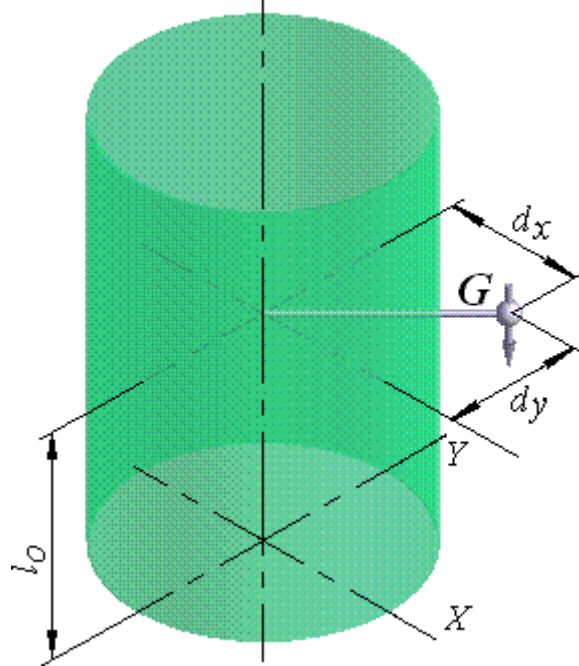
$$0,9 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot M_c}{1 - \rho_0} = 0,9 \cdot 2 \cdot 3,141593 \cdot 6,02878 \cdot 10^3 / (1 - 0) = 3,409195 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

3,409195 · 10⁴ Н \square 0 Н

Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре 20 оС :
 $[σ]_{20p} = σ_{т} * Re_{20} / 1,1 = 1 * 250 / 1,1 = 227 \text{ МПа}$

2.10. Вес нефтепродукта

Сосредоточенная масса



Исходные данные

Несущий элемент:	Обечайка танка
Расстояние от начала элемента, l_0 :	$1 \cdot 10^3 \text{ мм}$
Присутствует в условиях монтажа:	Нет

Присутствует в условиях испытаний: Нет

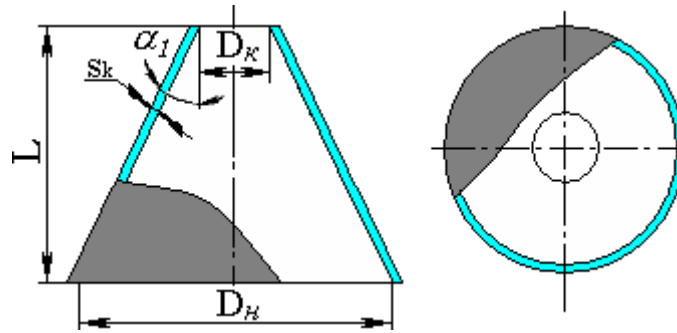
Расчёт в рабочих условиях

Весовая нагрузка, G :	$2 \cdot 10^3 \text{ Н}$
Смещение по x , dx	0 мм
Смещение по y , dy	0 мм

2.11. Коническая крыша

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 14249–89

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата



Исходные данные

Материал обечайки:	09Г2С
Внутр. диаметр большего основания, D:	2·103 мм
Внутр. диаметр меньшего основания, D1:	1·103 мм
Толщина стенки, sk:	10 мм
Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, c1:	2 мм
Прибавка для компенсации минусового допуска, c2:	0,8 мм
Прибавка технологическая, c3:	0 мм
Сумма прибавок, c:	2,8 мм
Длина обечайки, L:	500 мм

Коэффициенты прочности сварных швов:

Продольный шов:

$$\varphi_p = 1$$

Окружной шов:

$$\varphi_T = 1$$

$$a_1 = 0.7 \cdot \sqrt{\frac{D}{\cos \alpha_1} \cdot (s_k - c)} = 0.7 * (2 \cdot 103 / \cos(45) * (10 - 2,8))^{1/2} = 99,8934 \text{ мм}$$

$$D_k = D - 1.4 \cdot a_1 \cdot \sin \alpha_1 = 2 \cdot 103 - 1.4 * 99,8934 * \sin(45) = 1,901111 \cdot 103 \text{ мм}$$

Максимальный угол наклона стенки:

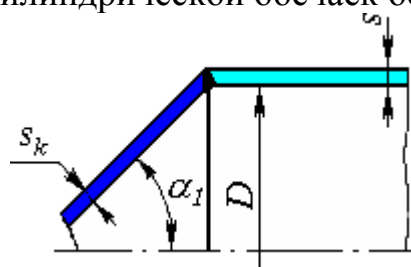
$$\alpha_1 = \arctg \left(\frac{D - D_1 + 2 \cdot \sqrt{X_0^2 + Y_0^2}}{2 \cdot L} \right) = 45 \text{ градус}$$

Эффективный диаметр обечайки:

$$D_F = \frac{0.9 \cdot D + 0.1 \cdot (D_1 + 2 \cdot s_2)}{\cos \alpha_1} = \frac{(0.9 * 2 \cdot 103 + 0.1 * (1 \cdot 103 + 2 * 10))}{\cos(45)} = 2,689834 \cdot 103 \text{ мм}$$

2.12. Левый узел соединения:

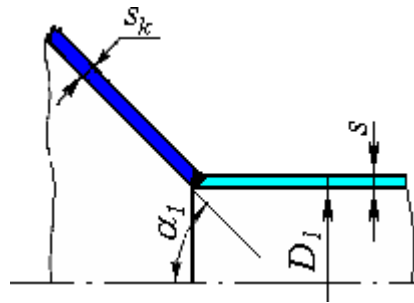
Соединение конической и цилиндрической обечаек без укрепления



Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

2.13. Правый узел соединения:

Соединение конической обечайки с цилиндрической меньшего диаметра без укрепления



Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:

Расчётная температура, Т:	20 оС
Расчётное внутреннее избыточное давление, р:	0,01000437 МПа
Расчётный изгибающий момент, М:	0 Н м
Расчётное осевое растягивающее усилие, F:	0 Н

Результаты расчёта перехода (обечайки):

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС (рабочие условия):

$$[\sigma]_{20} = 196 \text{ МПа}$$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С при температуре 20 оС:

$$E_{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Обечайка, нагруженная внутренним избыточным давлением (п. 5.3.1.).

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:

$$s_{кр} + c = \frac{p \cdot D_k}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p - p \cdot \cos \alpha_1} + c = \frac{(0,01000437 \cdot 1,901111 \cdot 10^3)}{2 \cdot 196 \cdot 1 - 0,01000437 / \cos(45)} + 2,8 = 2,868618 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p \cdot (s_k - c)}{\frac{D_k}{\cos \alpha_1} + (s_k - c) + 10 - 2,8} = \frac{2 \cdot 196 \cdot 1 \cdot (10 - 2,8)}{(1,901111 \cdot 10^3 / \cos(45)) + 10 - 2,8} = 1,046971 \text{ МПа}$$

$$1,046971 \text{ МПа} \square 0,01000437 \text{ МПа}$$

Заключение: Условие прочности выполнено

Результаты расчёта левого узла соединения:

Допускаемые напряжения для несущей обечайки:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС (рабочие условия):

$$[\sigma]_{20} = 196 \text{ МПа}$$

Допускаемые напряжения для соседнего элемента:

Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре 20 оС (рабочие условия):

$$[\sigma]_{20s} = 154 \text{ МПа}$$

Соединение обечаек без укрепления, нагруженное давлением (п. 5.3.3.).

Отношение допускаемых напряжений (без укрепления):

$$\chi = \frac{[\sigma]_k}{[\sigma]_c} = 196 / 154 = 1,272727$$

Коэффициент β (без укрепления):

$$\beta = 0.4 \cdot \sqrt{\frac{D}{s-c_s}} \cdot \frac{(\operatorname{tg}\alpha_1 - \operatorname{tg}\alpha_2) \cdot \cos\alpha_2}{\frac{1}{\sqrt{\cos\alpha_2}} + \sqrt{\frac{1 + \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)^2}{2 \cdot \cos\alpha_1}} \cdot \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)} - 0.25$$

$$= 0.4 \cdot (2 \cdot 103 / (10 - 2,8))^{1/2} \cdot [(\operatorname{tg}(45) - \operatorname{tg}(0)) \cdot \cos(0)] / [1 / \cos 1/2(0) + ([1 + 1,272727 \cdot \{(10 - 2,8) / (10 - 2,8)\}^2] / (2 \cdot \cos(45))) \cdot 1,272727 \cdot (10 - 2,8) / (10 - 2,8)]^{1/2} - 0.25 = 2,493307$$

Коэффициент β_1 :

$$\beta_1 = \max\{0.5; \beta\} = \max\{0.5, 2,493307\} = 2,493307$$

Расчётный коэффициент прочности сварного шва при расчете от внутреннего давления или растягивающей силы:

$$\varphi_p = \sqrt{\varphi_T} = 1$$

Расчётная толщина стенок соединения обечаек с учётом прибавок:

$$s_p + c_s = \frac{p \cdot D \cdot \beta_1}{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_p - p} \cdot \frac{1}{\cos\alpha_2} + c_s = (0,01000437 \cdot 2 \cdot 103 \cdot 2,493307) / (2 \cdot 154 \cdot 1 - 0,01000437) / \cos(0) + 2,8 = 2,961979 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_p \cdot (s - c_s)}{\frac{D \cdot \beta_1}{\cos\alpha_2} + (s - c_s)} = \frac{2 \cdot 154 \cdot 1 \cdot (10 - 2,8)}{\frac{2 \cdot 103 \cdot 2,493307}{\cos(0)} + 10 - 2,8} = 0,4440695 \text{ МПа}$$

$$0,4440695 \text{ МПа} \square 0,01000437 \text{ МПа}$$

Заключение: Условие прочности выполнено

Результаты расчёта правого узла соединения:

Допускаемые напряжения для несущей обечайки:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС (рабочие условия):

$$[\sigma]_{20} = 196 \text{ МПа}$$

Допускаемые напряжения для соседнего элемента:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС (рабочие условия):

$$[\sigma]_{20s} = 196 \text{ МПа}$$

Соединение со штуцером или цилиндрическим участком меньшего диаметра, нагруженное давлением (п. 5.3.6.).

Отношение допускаемых напряжений (без укрепления):

$$\chi = \frac{[\sigma]_k}{[\sigma]_s} = 196 / 196 = 1$$

Коэффициент β (без укрепления):

$$\beta = 0.4 \cdot \sqrt{\frac{D}{s-c_s}} \cdot \frac{(\operatorname{tg}\alpha_1 - \operatorname{tg}\alpha_2) \cdot \cos\alpha_2}{\frac{1}{\sqrt{\cos\alpha_2}} + \sqrt{\frac{1 + \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)^2}{2 \cdot \cos\alpha_1}} \cdot \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)} - 0.25$$

$$= 0.4 \cdot (1 \cdot 103 / (10 - 2,8))^{1/2} \cdot [(\operatorname{tg}(45) - \operatorname{tg}(0)) \cdot \cos(0)] / [1 / \cos 1/2(0) + ([1 + 1 \cdot \{(10 - 2,8) / (10 - 2,8)\}^2] / (2 \cdot \cos(45))) \cdot 1 \cdot (10 - 2,8) / (10 - 2,8)]^{1/2} = 1,903312$$

$$2,8) \cdot 1/2] - 0,25$$

Коэффициент β_H (без укрепления):

$$\beta_H = \begin{cases} 0,4 \cdot \sqrt{\frac{D}{s-c_s}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\chi \cdot \left(\frac{s_k-c}{s-c_s}\right) \cdot \sqrt{\frac{s_k-c}{(s-c_s) \cdot \cos \alpha_1}} + \sqrt{\frac{1 + \chi \cdot \left(\frac{s_k-c}{s-c_s}\right)^2}{2}}} + 0,5 & \text{при } \chi \cdot \left(\frac{s_k-c}{s-c_s}\right)^2 < 1 \\ \beta + 0,75 & \text{при } \chi \cdot \left(\frac{s_k-c}{s-c_s}\right)^2 \geq 1 \end{cases} = 2,653312$$

Коэффициент β_4 :

$$\beta_4 = \max\{1,0; \beta_H\} = \max\{1,0; 2,653312\} = 2,653312$$

Расчётный коэффициент прочности сварного шва при расчете от внутреннего давления или растягивающей силы:

$$\varphi_P = \min\{\varphi_P, \sqrt{\varphi_T}\} = 1$$

Расчётная толщина стенок соединения обечаек с учётом прибавок:

$$s_P + c_s = \frac{p \cdot D_1 \cdot \beta_4}{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_P - p} + c_s = \frac{(0,01000437 \cdot 1 \cdot 103 \cdot 2,653312) / (2 \cdot 196 \cdot 1 - 0,01000437)}{0,01000437} + 2,8 = 2,867718 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_P \cdot (s-c_s)}{D_1 \cdot \beta_4 + (s-c_s)} = \frac{2 \cdot 196 \cdot 1 \cdot (10 - 2,8)}{1 \cdot 103 \cdot 2,653312 + 10 - 2,8} = 1,060849 \text{ МПа}$$

1,060849 МПа \square 0,01000437 МПа

Заключение: Условие прочности выполнено

Расчёт в условиях испытаний (Условия гидроиспытаний)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 1,106076 МПа

Расчётный изгибающий момент, M: 0 Н·м

Расчётное осевое растягивающее усилие, F: 0 Н

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 °C :

$$[\sigma]_{20} = \sigma \cdot \operatorname{Re} 20 / 1,1 = 1 \cdot 300 / 1,1 = 272,5 \text{ МПа}$$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С при температуре 20 °C:

$$E_{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Обечайка, нагруженная внутренним избыточным давлением (п. 5.3.1.).

Внутреннее давление или растягивающая сила

$$\varphi_P = \sqrt{\varphi_T} = 1$$

$$a_1 = 0,7 \cdot \sqrt{\frac{D}{\cos \alpha_1} \cdot (s_k - c)}$$

$$= 0,7 \cdot (2 \cdot 103 / \cos(45) \cdot (10 - 2,8))^{1/2} = 99,8934 \text{ мм}$$

$$D_k = D - 1,4 \cdot a_1 \cdot \sin \alpha_1$$

$$= 2 \cdot 103 - 1,4 \cdot 99,8934 \cdot \sin(45) = 1,901111 \cdot 103 \text{ мм}$$

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:

$$s_{kP} + c = \frac{p \cdot D_k}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_P - p \cdot \cos \alpha_1} + c = \frac{(1,106076 \cdot 1,901111 \cdot 103) / (2 \cdot 272,5 \cdot 1 - 1,106076 / \cos(45))}{1,106076 / \cos(45) + 2,8} = 8,267555 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p \cdot (s_k - c)}{\frac{D_k}{\cos \alpha_1} + (s_k - c)} = \frac{2 * 272,5 * 1 * (10 - 2,8)}{(1,901111 \cdot 103 / \cos(45) + 10 - 2,8)} = 1,45561 \text{ МПа}$$

1,45561 МПа \square 1,106076 МПа

Заключение: Условие прочности выполнено

Результаты расчёта левого узла соединения:

Допускаемые напряжения для несущей обечайки:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС :

$$[\sigma]_{20} = \square * Re_{20} / 1,1 = 1 * 300 / 1,1 = 272,5 \text{ МПа}$$

Допускаемые напряжения для соседнего элемента:

Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре 20 оС :

$$[\sigma]_{20s} = \square * Re_{20} / 1,1 = 1 * 250 / 1,1 = 227 \text{ МПа}$$

Соединение обечаек без укрепления, нагруженное давлением (п. 5.3.3.).

Отношение допускаемых напряжений (без укрепления):

$$\chi = \frac{[\sigma]_k}{[\sigma]_s} = 272,5 / 227 = 1,200441$$

Коэффициент β (без укрепления):

$$\beta = 0,4 \cdot \sqrt{\frac{D}{s - c_s}} \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2) \cdot \cos \alpha_2}{\frac{1}{\sqrt{\cos \alpha_2}} + \sqrt{\frac{1 + \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)^2}{2 \cdot \cos \alpha_1}} \cdot \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)} - 0,25 = 0,4 * (2 \cdot 103 / (10 - 2,8))^{1/2} * [(\operatorname{tg}(45) - \operatorname{tg}(0)) * \cos(0)] / [1 / \cos 1/2(0) + ([1 + 1,200441 * \{(10 - 2,8) / (10 - 2,8)\}^2] / (2 * \cos(45)) * 1,200441 * (10 - 2,8) / (10 - 2,8))^{1/2}] - 0,25 = 2,566883$$

Коэффициент β_1 :

$$\beta_1 = \max \{0,5; \beta\} = \max \{0,5, 2,566883\} = 2,566883$$

Расчётный коэффициент прочности сварного шва при расчете от внутреннего давления или растягивающей силы:

$$\varphi_p = \sqrt{\varphi_T} = 1$$

Расчётная толщина стенок соединения обечаек с учётом прибавок:

$$s_p + c_s = \frac{p \cdot D \cdot \beta_1}{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_p - p} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_2} + c_s = (1,106076 * 2 \cdot 103 * 2,566883) / (2 * 227 * 1 - 1,106076) / \cos(0) + 2,8 = 15,33789 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_p \cdot (s - c_s)}{\frac{D \cdot \beta_1}{\cos \alpha_2} + (s - c_s)} = \frac{2 * 227 * 1 * (10 - 2,8)}{(2 \cdot 103 * 2,566883 / \cos(0) + 10 - 2,8)} = 0,6358339 \text{ МПа}$$

0,6358339 МПа \square 1,106076 МПа

Результаты расчёта правого узла соединения:

Допускаемые напряжения для несущей обечайки:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС :

$$[\sigma]_{20} = \square * Re_{20} / 1,1 = 1 * 300 / 1,1 = 272,5 \text{ МПа}$$

Допускаемые напряжения для соседнего элемента:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС :

$$[\sigma]_{20s} = \square * Re_{20} / 1,1 = 1 * 300 / 1,1 = 272,5 \text{ МПа}$$

Соединение со штуцером или цилиндрическим участком меньшего диаметра, нагруженное давлением (п. 5.3.6.).

Отношение допускаемых напряжений (без укрепления):

$$\chi = \frac{[\sigma]_k}{[\sigma]_s} = 272,5 / 272,5 = 1$$

Коэффициент β (без укрепления):

$$\beta = 0,4 \cdot \sqrt{\frac{D}{s - c_s}} \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2) \cdot \cos \alpha_2}{\frac{1}{\sqrt{\cos \alpha_2}} + \sqrt{\frac{1 + \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)^2}{2 \cdot \cos \alpha_1}} \cdot \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)} - 0,25$$

$$= 0,4 \cdot (1 \cdot 103 / (10 - 2,8))^{1/2} \cdot [(\operatorname{tg}(45) - \operatorname{tg}(0)) \cdot \cos(0)] / [1 / \cos(1/2(0)) + ([1 + 1 \cdot \{(10 - 2,8) / (10 - 2,8)\}^2] / (2 \cdot \cos(45))) \cdot 1 \cdot (10 - 2,8) / (10 - 2,8)]^{1/2} - 0,25 = 1,903312$$

Коэффициент β_H (без укрепления):

$$\beta_H = \begin{cases} 0,4 \cdot \sqrt{\frac{D}{s - c_s}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right) \cdot \sqrt{\frac{s_k - c}{(s - c_s) \cdot \cos \alpha_1}} + \sqrt{\frac{1 + \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)^2}{2}}} + 0,5 & \text{при } \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)^2 < 1 \\ \beta + 0,75 & \text{при } \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)^2 \geq 1 \end{cases} = 2,653312$$

Коэффициент β_4 :

$$\beta_4 = \max\{1,0; \beta_H\} = \max\{1,0, 2,653312\} = 2,653312$$

Расчётный коэффициент прочности сварного шва при расчете от внутреннего давления или растягивающей силы:

$$\varphi_p = \min\{\varphi_p, \sqrt{\varphi_T}\} = 1$$

Расчётная толщина стенок соединения обечаек с учётом прибавок:

$$s_p + c_s = \frac{p \cdot D_1 \cdot \beta_4}{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_p - p} + c_s = \frac{(1,106076 \cdot 1 \cdot 103 \cdot 2,653312)}{2 \cdot 272,5 \cdot 1 - 1,106076} + 2,8 = 8,19584 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_p \cdot (s - c_s)}{D_1 \cdot \beta_4 + (s - c_s)} = \frac{2 \cdot 272,5 \cdot 1 \cdot (10 - 2,8)}{1 \cdot 103 \cdot 2,653312 + 10 - 2,8} = 1,474904 \text{ МПа}$$

1,474904 МПа \square 1,106076 МПа

Заключение: Условие прочности выполнено

2.14. Крыша верхняя

Расчёт на прочность по ГОСТ 14249-89

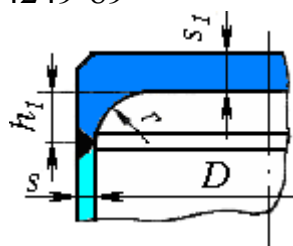


Рис. 9. Расчетная схема

Материал: 09Г2С
 Внутренний диаметр смежного элемента, D: 1·103 мм
 Толщина стенки смежного элемента, s: 10 мм
 Толщина стенки днища, s1: 10 мм
 Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, с1: 2 мм
 Прибавка для компенсации минусового допуска, с2: 0,8 мм
 Прибавка технологическая, с3: 0 мм
 Сумма прибавок к расчётной толщине стенки, с: 2,8 мм
 Радиус скругления, r: 10 мм
 Длина отбортовки, h1: 10 мм
 Расчётный диаметр днища, Dp=D - 2 * r: 980 мм

Коэффициент прочности сварного шва:

$$\varphi_p = 1$$

Изоляция:

Название: мастика Гидрофоб
 Толщина, сиз: 2 мм
 Плотность, ρ из: 10 кг/куб.м

Коэффициент конструкции K (см. ГОСТ 14249-89, табл. 3): K = 0,35

Коэффициент ослабления для днищ, имеющих одно отверстие

$$K_0 = \sqrt{1 + \frac{d}{D_p} + \left(\frac{d}{D_p}\right)^2} = (1 + 100 / 980 + (100 / 980)^2)^{1/2} = 1,054729$$

Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:

Расчётная температура, T: 20 оС
 Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 0,01000085 МПа

Допускаемые напряжения:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС (рабочие условия):

$$[\sigma]_{20} = 196 \text{ МПа}$$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С при температуре 20 оС:

$$E_{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Днища и крышки, нагруженные избыточным давлением (п. 4.2.).

Поправочный коэффициент для допускаемого давления Kp = 1.0

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок (п. 4.2.1):

$$s_p + c = K \cdot K_0 \cdot D_p \cdot \sqrt{\frac{p}{\varphi \cdot [\sigma] \cdot K_p} + c} = 0,35 * 1,054729 * 980 * \sqrt{(0,01000085 / [1 * 196 * 1])^{1/2} + 2,8} = 5,384195 \text{ мм}$$

$$5,384195 \text{ мм} \square 10 \text{ мм}$$

Заключение: Условие прочности выполнено

Допускаемое давление:

$$[p] = \left(\frac{s_1 - c}{K \cdot K_0 \cdot D_p}\right)^2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot K_p = ([10 - 2,8] / [0,35 * 1,054729 * 980])^2 * 196 * 1 * 1 = 0,07763385 \text{ МПа}$$

$$0,07763385 \text{ МПа} \square 0,01000085 \text{ МПа}$$

Заключение: Условие прочности выполнено

Расчёт в условиях испытаний (Условия гидроиспытаний)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 оС

Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 1,101176 МПа

Допускаемые напряжения:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС :

$$[\sigma]_{20} = \sigma_{\text{Re}20} / 1,1 = 1 * 300 / 1,1 = 272,5 \text{ МПа}$$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С при температуре 20 оС:

$$E_{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Днища и крышки, нагруженные избыточным давлением (п. 4.2.).

Поправочный коэффициент для допускаемого давления $K_p = 1.0$

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок (п. 4.2.1):

$$s_{p+c} = K \cdot K_0 \cdot D_p \cdot \sqrt{\frac{p}{\varphi \cdot [\sigma] \cdot K_p} + c} = 0,35 * 1,054729 * 980 * \sqrt{(1,101176 / [1 * 272,5 * 1])^{1/2} + 2,8} = 25,79747 \text{ мм}$$

$$25,79747 \text{ мм} \square 10 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

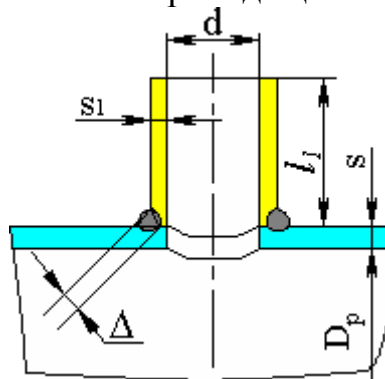
$$[p] = \left(\frac{s_1 - c}{K \cdot K_0 \cdot D_p} \right)^2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot K_p = ([10 - 2,8] / [0,35 * 1,054729 * 980])^2 * 272,5 * 1 * 1 = 0,1079348 \text{ МПа}$$

$$0,1079348 \text{ МПа} \square 1,101176 \text{ МПа}$$

2.15. Расчёт прочности узла врезки штуцера

Исходные данные

Элемент:	штуцер гусак
Условное обозначение (метка)	Гусак
Элемент, несущий штуцер:	Крыша верхняя
Тип элемента, несущего штуцер:	Днище плоское(крышка)
Тип штуцера:	Непроходящий без укрепления



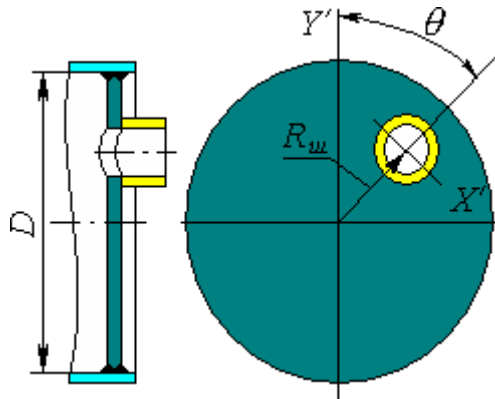
Расчетная схема

Материал несущего элемента:	09Г2С
Толщина стенки несущего элемента, s:	10 мм
Сумма прибавок к стенке несущего элемента, c:	2,8 мм
Материал штуцера:	09Г2С
Внутренний диаметр штуцера, d:	100 мм
Толщина стенки штуцера, s1:	10 мм

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), c_s : 2 мм

Длина штуцера, l_1 : 100 мм



Смещение штуцера, $R_{ш}$: 0 мм

Угол поворота штуцера, θ : 0 градус

Минимальный размер сварного шва, \square : 10 мм

Коэффициенты прочности сварных швов:

Продольный шов штуцера:

$$\square_1 = 1$$

Шов обечайки в зоне врезки штуцера:

$$\square_s = 1$$

Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:

Расчётная температура, T : 20 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, p : 0,01000071 МПа

Свойства материала элемента, несущего штуцер

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 °C (рабочие условия):

$$[\sigma]_{20} = 196 \text{ МПа}$$

Модуль продольной упругости при температуре 20 °C:

$$E = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Свойства материала штуцера

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 °C (рабочие условия):

$$[\sigma]_{201} = 196 \text{ МПа}$$

Модуль продольной упругости при температуре 20 °C:

$$E_1 = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Расчётная толщина стенки штуцера:

$$s_{ш} = \frac{p \cdot (d + 2 \cdot c_s)}{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \phi_1 - p} = \frac{0,01000071 \cdot (100 + 2 \cdot 2)}{2 \cdot 196 \cdot 1 - 0,01000071} = 0,002653316 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \phi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d_1 + s_1 + c_s} = \frac{2 \cdot 196 \cdot 1 \cdot (10 - 2)}{100 + 10 + 2} = 28 \text{ МПа}$$

28 МПа □ 0,01000071 МПа

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчёт в условиях испытаний (Условия гидроиспытаний)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 оС

Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 1,10098 МПа

Свойства материала элемента, несущего штуцер

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС :

$[σ]_{20} = σ_{0,2} / 1,1 = 1 * 300 / 1,1 = 272,5$ МПа

Модуль продольной упругости при температуре 20 оС:

E = 1,99·10⁵ МПа

Свойства материала штуцера

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С при температуре 20 оС :

$[σ]_{201} = σ_{0,2} / 1,1 = 1 * 300 / 1,1 = 272,5$ МПа

Модуль продольной упругости при температуре 20 оС:

E1 = 1,99·10⁵ МПа

2.16. Расчётная толщина стенки штуцера:

$$s_{\text{ш}} = \frac{p \cdot (d + 2 \cdot c_s)}{2 \cdot [\sigma]_{\text{ш}} \cdot \varphi_1 - p} = 1,10098 * (100 + 2 * 2) / (2 * 272,5 * 1 - 1,10098) = 0,2105205 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_{\text{ш}} \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d_1 + s_1 + c_s} = 2 * 272,5 * 1 * (10 - 2) / (100 + 10 + 2) = 38,92857 \text{ МПа}$$

38,92857 МПа □ 1,10098 МПа

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

2.17. Определение запаса прочности корпуса

После установки нефтеналивных танков на вторую палубу необходимо оценить запас прочности листов корпуса и перегородок. Для каждого танка применяется отдельный манифольд.

Для выполнения расчетов используем 3-Д моделирование и программный комплекс ANSYS 14. На рисунке показана схема установки танка на второе дно судна.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата		48

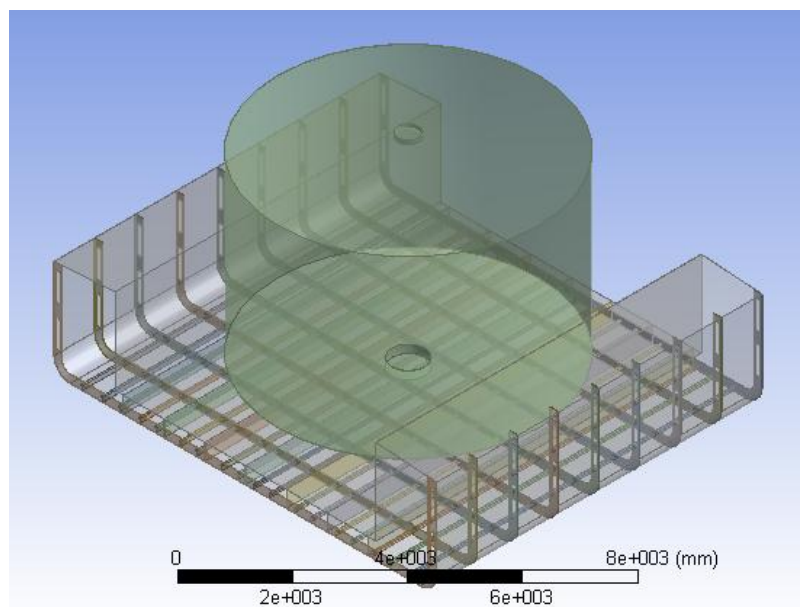


Рис. 10. Расчетная схема установки танка

Расчет проводится из условия размещения в танке 100 тонн топлива. Условная грузоподъемность 500 тонн топлива в пяти танках судна.

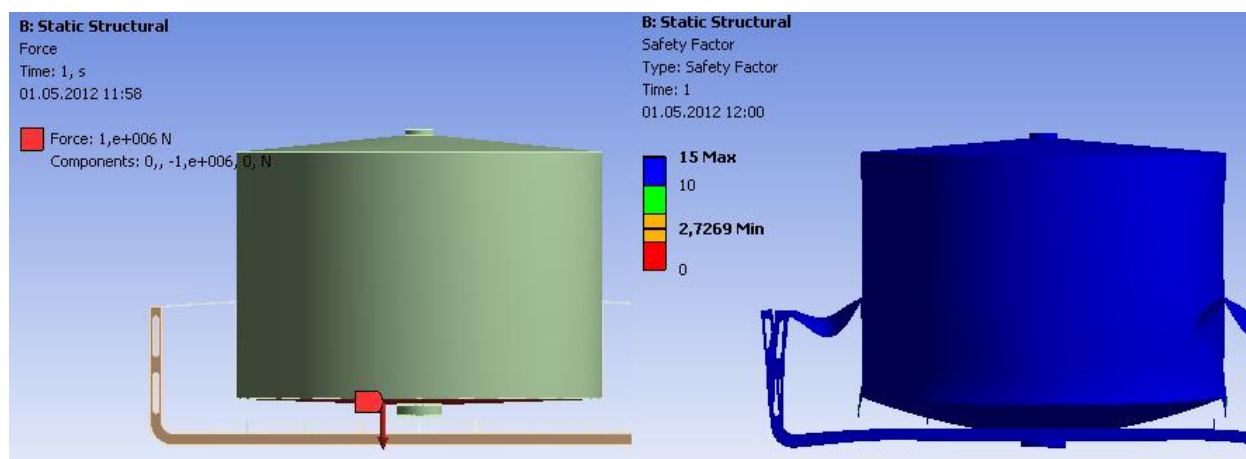


Рис. 11. Результат расчета запаса прочности

По расчету на один танк запас прочности корпуса судна (минимальный) составляет 2,7.

Перед установкой танков второе дно размечается и к нему привариваются шпильки диаметра 30 мм по 12 шпилек на танк.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Основные положения сборки судовых секций

При изготовлении секций необходимо пользоваться следующей технологической документацией:

Т-ОКТ-2-2003 "Типовой техпроцесс изготовления узлов, фундаментов и устройств."

Т-ОКТ-19-2003 "Типовые указания на раскреповку секций. Типовые схемы раскрепления и установки лесов".

СТП-050-2003 "Типовой техпроцесс испытаний на непроницаемость".

ТИ-ОГСв-12-00 "Технологическая инструкция на правку корпусных конструкций".

ТИ-ОГСв-10-00 "Технологическая инструкция по уменьшению и предотвращению сварочных деформаций судокорпусных конструкций"

Стандарт устанавливает технологию сборки различных видов секций, допускаемые отклонения на проверочные размеры, оснастку, инструмент и приспособления для сборки и проведения контроля.

Если требования стандарта противоречат требованиям контракта на постройку судна, действуют требования контракта. Требования настоящего стандарта применимы для изготовления подсекций. Классификация судов по величине (крупные, средние, малые), принятая в настоящем стандарте, соответствует СТП-052-2003.

3.2. Требования к деталям, узлам, секциям, поступающим на сборку

На участок секционной сборки детали должны поступать комплектно обработанными согласно маршрутно-технологическим картам на обработку и требованиям РД 5.9091-88 „Технология изготовления стальных деталей“. Размеры и форма деталей должны соответствовать чертежам и плазовым данным.

Листовые детали в сборочно-сварочный цех поступают, как правило, стороной установки набора вверх. Исключением могут быть детали с лаской, фас-

кой, гнутые детали, детали из гофрированных листов. При необходимости листы кантуются в сборочно-сварочном цехе перед сборкой.

Обработанные детали должны быть тщательно отрихтованы на плоскость, а профильные дополнительно на ребро. На деталях должна быть нанесена маркировка основная: проект №, заказ №, техпроцесс №, чертеж №, деталь №. Маркировка дополнительная должна включать ориентирные надписи „верх“, „низ“, „правый борт“, „левый борт“, „ДП“, номера шпангоутов и технологические указания по выполнению фасок, скосов, гибки, величине припуска. Маркировка должна наноситься несмываемой краской. Обозначения: ПрБ – правый борт, ЛБ – левый борт, нос, корма, низ, верх. В сборочно-сварочных цехах должно производиться удаление наплывов трудноудаляемого грата, а также должны устраняться дефекты, образовавшиеся при сбоях машин, при этом в сдаточной накладной от корпусообрабатывающего цеха указываются номера деталей с дефектами по каждой секции.

Выреза, расположенные в настилах, как правило, должны вскрываться в деталях. Если вскрытие вырезов в деталях нецелесообразно по каким-либо причинам (вскрытие должно выполняться при изготовлении подсекции (секции) после разметки набора. Если вскрытие вырезов на этом этапе изготовления подсекции (секции) нецелесообразно, об этом указывается в технологических указаниях на изготовление секции, где указывается также на каком этапе вскрывается вырез.

Вырез в полотне, попадающий на стык (паз), вскрывается в деталях, куда вырез входит большей частью; остальную часть выреза вскрывается при сборке полотна в секционном цехе.

Разделка кромок и зазоры под сварку должны соответствовать требованиям чертежа и ГОСТ 5264, ГОСТ 14771, ГОСТ 8713, ГОСТов на ручную, полуавтоматическую в защитных газах, автоматическую под слоем флюса соответственно, а также СТПИПЕВ-563-2000 на выполнение сварочных работ. Кромки деталей и прилегающие к ним поверхности, подлежащие сварке, а также места приварки временных креплений и сборочных приспособлений должны быть зачище-

ны непосредственно перед сборкой от влаги, краски, масла, ржавчины и окалины до чистого металла, щеткой или пневмотурбинкой. При изготовлении секции на линии ЭСАБ выполнить разметку установки всего продольного и поперечного набора в т. ч. высокого (стрингеров и флоров) с последующей зачисткой мест установки набора до металлического блеска и восстановлением разметки набивкой меловых линий. Допускается не выполнять зачистку кромок и поверхностей под сварку при отсутствии на них загрязнений, при наличии на них межсекционной грунтовки (Interplate 937 Nippe Cerama, Sigmaweld MC 7177, Myki-Z-2001WF, Myki-Z-3000 и др.), имеющих допуск классификационных обществ на сварку без удаления грунта. Крепление деталей при сборке секций должно выполняться при помощи прихваток нормального типа без подрезов, прожогов, кратеров и наплывов. Прихватки должны выполняться сварочными материалами тех категорий, которые требуются для сварки конструкции.

Параметры прихваток	Толщина свариваемых деталей, мм				
	до 3 вкл.	4÷10	11÷15	16÷25	более 25
Длина прихваток	10÷15	15÷20	20÷30	30÷40	40÷50
Расстояние между прихватками	100÷200	150÷250	250÷350	350÷450	450÷600
Высота прихваток при сварке стыковых, тавровых и угловых соединений без скоса кромок.	Меньше или равно S	(от 0,5 до 0,7)S, но не более 12мм			
Катет прихваток при сварке тавровых и угловых соединений без скоса кромок	3	4	5	6	6

При установке деталей для уменьшения поперечных напряжений и местных деформаций от сварки стыковых соединений рекомендуется следующий порядок постановки электроприхваток:

- для полотнищ $S \geq 8\text{мм}$ вначале устанавливаются электроприхватки по концам сварных соединений, а затем от середины к концам под автоматическую сварку и от концов к середине под ручную сварку;

- для тонколистовых полотнищ с $S < 8\text{мм}$ электроприхватки устанавливаются от середины полотнища к его концам;

- при сборке тавровых соединений электроприхватки устанавливаются от середины соединения к концам.

В целях уменьшения сварочных напряжений запрещается ставить электроприхватки на соединениях, свариваемых во вторую и третью очереди, на расстоянии менее 50 мм от пересекаемого соединения, свариваемого в первую очередь. Прихватки должны зачищаться от шлака, металлических брызг и проверяться внешним осмотром. Некачественно выполненные прихватки, а также прихватки с трещинами подлежат удалению. Установку электроприхваток должны производить сборщики не ниже 3-го разряда. По концам стыкуемых деталей или конструкций следует выполнять 2-3 усиленных прихватки длиной $50 \div 70$ мм при расстоянии между ними $50 \div 150$ мм. Зачистку кромок примыкания производить со стороны сварки.

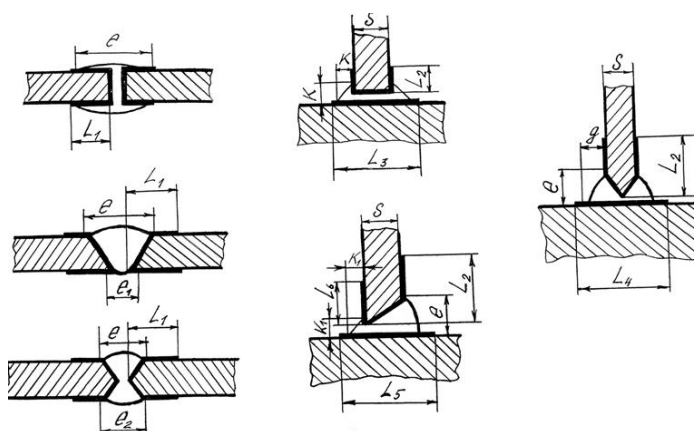


Рис. 12. Разделка кромок

После укладки листов перед их стыковкой должна быть произведена проверка габарита полотна по оконтуровочному эскизу. Разметка сетки должна производиться по чертежам и оконтуровочным эскизам. Установка набора на плоскостные конструкции должна производиться по угольнику или малке с плаза. При установке набора в секции, где имеется погибь в направлении поперек набора, должен применяться малочник, устанавливаемый по данным оконтуровочного эскиза. После полной сборки и сварки секции до сдачи на комплектность и качество выполнять низкотемпературный прогрев мест соединений набора с листом с гладкой стороны для снятия сварочных напряжений и устранения деформаций листов в соответствии с технологической инструкцией ТИ-ОГСв-12-00 "Правка сварных корпусных конструкций". При сборке секций с Х-образной разделкой кромок листов полотнищ, допускается в местах подрезки кромок листов при стыковке разделять фаску только с одной стороны. Фаску с обратной стороны разделять строжкой при подварке секции. При сборке плоскостных секций с перекрестным набором по возможности применять отдельный метод сборки, т.е. устанавливать набор главного направления, затем устанавливать и заваривать набор поперечного направления с максимальным применением механизированных видов сварки. С целью предупреждения поломок крупногабаритных секций при кантовке, разрешается подварку полотен больших толщин производить после прихватки и сварки набора. Разметку и наварку точек рифов производить по шаблонам, изготовленным из паронита. Шаблон изготавливает цех исполнитель. При неразрезных стрингерах и шельфах плоскостных секций (собираемых на стендах и в постелях), имеющих выреза для прохода набора типа непроницаемой конструкции необходимо:

установить шпангоуты, прихватить их с одного конца, поднять свободные концы шпангоутов на высоту позволяющую заводить стрингера и шельфы, затем заводить их протаскиванием.

Потолочные, вертикальные швы полуобъемных и объемных секций варить после снятия с постели (стенда) и кантовки секции в удобное для сварки положе-

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата		54

ние. При сборке секций на высоких стендах без настила, позволяющих работать под секцией, для удобства установки набора разрешается после обжатия полотнища грузами, закреплять листы полотнища к стенду по всей поверхности электроприхватками через прижимные планки.

При изготовлении секций с толщиной обшивки 9 мм и ниже запрещается нагревы и правка вгорячую по листам обшивки. Максимально допустимые плавные бухтины по обшивке между набором не должны превышать двойной величины допуска.

Изломы в районе стыков не допускаются. Изготовление конструкций выполнять с соблюдением требований „Технологической инструкции по уменьшению и предотвращению сварных деформаций конструкций ТП-ОГСв-10-00“.Правка тонколистовых конструкций должна производиться при формировании зональных блоков и помещений на стапеле. До передачи секции на стапель, все сборочно-сварочные работы в монтажных шпациях должны быть выполнены в полном объёме цехом-изготовителем секции, за исключением случаев, когда кантовка секции в цехе-изготовителе секции невозможна. Продольный и поперечный набор, пересекающий монтажный стык или паз, должен недовариваться в районе монтажных стыков и пазов на длине 200 ÷ 400 мм. Правка этих участков набора должна производиться на стапеле. На монтажных стыках бортовых секций не допускается завал кромок обшивки во внутрь, развал допускается до 10 мм. Поперечный набор со стороны монтажного стыка в палубных, бортовых, днищевых и объёмных секциях корпуса и надстройки не варить на секционном участке, а оставлять на электро- прихватках. Сварку выполнять на стапеле после сварки монтажного стыка. Аналогично – по продольному набору вблизи (до 300 мм) от монтажного паза.

3.3. Требования к оснастке

Секции следует изготавливать на механизированных линиях и участках, при их отсутствии на специализированных участках, предназначенных для определений группы узлов или секций.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		55

Сборка секций должна производиться на ровном и жестком стенде или в постели. На плоском стенде собираются все плоскостные секции с незначительной кривизной в одном направлении (при этом используется съёмные лекала, коксы), а также объёмные секции оконечностей, сборка которых предусмотрена на плоской части конструкции секции (переборке, платформе). Стенды для сборки секций должны быть проверены на прямолинейность рабочей плоскости. Плоскостность на базе до 3мм проверять шергенем или ниткой, на базе более 3мм шланговым уровнем или теодолитом. Проверку стендов производить два раза в год, незабетонированных стендов – 1 раз в месяц. Плоскостность рабочей поверхности:– для новых стендов ± 3 мм на 1м, но не более 10мм на длину (ширину) стенда;– для эксплуатируемых стендов $\pm 0,003b$, но не более 20мм на длину (ширину) стенда, где В-база замера.

Допускаемые отклонения на горизонтальность стенда $0,001L$, но не более 8 мм, где L - длина (ширина) стенда. Перед началом сборки поверхность стенда должна быть зачищена от прихваток и временных приспособлений, приваренных к стенду.

Для сборки и сварки криволинейных секций корпуса при отсутствии плоской сборочной базы должны применяться лекальные и стоечные постели. Изготовление постелей и приёмку их в эксплуатацию производить согласно рабочим чертежам постелей и „Положения об оснастке” СТП ИПЕВ-529-2000 с оформлением соответствующего акта. На постелях, стендах и кондукторах должны быть нанесены контрольные линии для проверки оснастки в процессе её эксплуатации, а также контурные и контрольные линии установки и проверки изготавливаемых конструкций. Проверку лекал (стоек) постелей необходимо производить при настройке постелей перед закладкой секции по плазовым данным с предъявлением ОТК на выявление деформации постели. В случае появления деформации вопрос усиления жесткости постели решить совместно с ТО. Допуск на положение лекал (стоек) по длине и ширине зависит от угла подъёма НО в продольном или поперечном сечении (рисунок 1.2).

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		56

В случае если постель не соответствует указанным допускам и установка ее в горизонт невозможна с помощью подклинки основания, дополнительную подстрижку лекал постели производить только с разрешения ТО с последующим предъявлением ОТК. При сборке коксового стенда коксы необходимо устанавливать на каждом шпангоуте в шахматном порядке, расстояние между коксами при небольшом подъёме 1000мм, при значительном подъёме (600 ÷ 800)мм. При высоте 500мм коксы ставить из полосы или полособульба, при высоте (500 ÷ 1000)мм из уголка или швеллера, при высоте больше 1000мм коксы через ряд раскреплять в двух плоскостях.

3.4. Требования к проверочным работам.

При изготовлении и сдаче объёмных секций оконечностей необходимо проверять:– полушироты по монтажным стыкам и пазам через (0,5 ÷ 1,5) м в зависимости от кривизны обвода;

- высоты по палубам и др. горизонтальным конструкциям (проверку производить у ДП, продольных переборок, бортов);
- перпендикулярность между плоскостями шпангоутов и горизонтом, плоскостями монтажных стыков и пазов;
- перпендикулярность между ДП и плоскостями шпангоутов, переборок.

Допуски на размеры и форму секций таблицы 6.6, 6.7 МАКО. Допуски применять, если в проектной или технологической документации не указаны более жёсткие допуски.

Любая конструкция (узел, подсекция), которая собирается отдельно и передаётся на последующую сборку на другой участок или бригаду должна быть изготовлена в допусках и проверяться. При сдаче легких выгородок и переборок, имеющих проемы под двери допускаемые отклонения на размеры выреза под двери по диагоналям ± 5 мм, по ширине и высоте ± 3 мм. Отклонение переборки от плоскости в районе выреза ± 2 мм на 1 п./м.

При изготовлении всех объёмных секций корпуса и криволинейных секций борта для исключения скручивания секций необходимо после кантовки секции до

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		57

подварки производить проверку формы секции на скручивание. Для облегчения проверки формы объёмных секций сложной формы до снятия этих секций с постели или стенда для кантовки производить разметку теодолитом на конструкциях секций базовой плоскости с накерниванием следов плоскости и маркировкой.

Форму криволинейных бортовых секций после съёма с постели и выполнения полного объёма сварочных работ проверять по пространственным диагоналям и хордам, расположенным по монтажным пазам и стыкам. Для установки секции на судно пробивать горизонтальную контрольную линию на расстоянии 500 мм от нижнего паза.

При сборке объёмных секций, состоящих из нескольких плоскостных секций или подсекций, оконтуровку чистовых кромок и накернение припуска производить в плоскостных секциях. Если при сборке объёмной секции какая-либо плоскостная секция установлена с нарушением, т.е. произошло смещение контрольной линии плоскостной секции относительно одноименной контрольной линии объёмной секции по этой плоскостной секции необходимо произвести повторную оконтуровку чистовых кромок и заново накернить припуск.

Продольный изгиб секции проверять в трех сечениях – по середине ширины секции и по краям в каждом сечении замеры делать в трёх точках – по крайним и среднему шпангоуту. Если в районе проверки есть продольная связь (киль, стрингер), проверку выполнять в плоскости связи. Если связи нет, проверку выполнять на расстоянии 300 мм от монтажной кромки и посередине ширины секции. Проверку поперечного изгиба проверять аналогично. Изгиб секций, собираемых в постелях, проверять по отстоянию Н.О. секции от лекал постели после выполнения сборочно-сварочных работ и освобождения секции от постели.

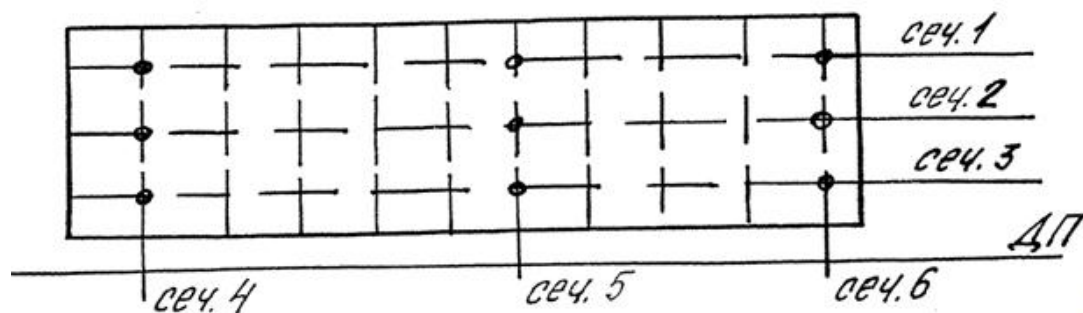


Рис. 13. Проверка изгиба секций Продольный изгиб проверять по сечениям 1,2,3, поперечный – по сечениям 4,5,6.

Таблица Контрольные линии и плоскости

№ п/п	Секция или блок	Теор. линия шпангоута	Линия ДП	Контр. линия батокса	Горизонт. контр. линия (ватерлиния)	Теор. линия притыкания палубы или платформы	Теор. линия притыкания переборки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Днищевая*	+**	+		+		+
2	Днищевая скуловая	+**		+	+		+
3	Бортовая	+**		+***	+	+	+
4	Поперечная переборка (средняя)		+		+	+	+
5	Поперечная переборка (боковая)			+	+	+	+
6	Продольная переборка	+**			+	+	+
7	Палуба или платформа (средняя)	+**	+				+
8	Палуба или платформа (боковая)	+**		+			
9	Носовая и кормовая оконечности	+	+		+		
10	Секция или блок надстройки	+*** *	+		+		
11	Блок корпуса	+*** *	+		+		

3.5. Установка и снятие временных креплений

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата
------	------	-----------	---------	------

Согласно типовым указаниям Т-ОКТ-19-2003 при изготовлении секции необходимо устанавливать леса, трапы, ограждения для обеспечения безопасных условий работ, а также рыбины и раскрепления для предотвращения деформаций секции при кантовке, транспортировке. Места установки гребенок, их количество и типоразмеры должны обеспечивать заданные чертежом форму и размеры корпусных конструкций. Расстояние между гребёнками должно быть таким, как и между прихватками. Удаление приваренных гребёнок и других временных креплений должно выполняться посредством газовой или воздушно-дуговой строжки. Допускается удаление гребёнок и других временных креплений путём разрушения прихваток изгибом их на шов. Обуха, устанавливаемые на полотнах, подсекциях и секции в процессе изготовления и не используемые стапельным цехом, должны быть удалены. Секционный цех устанавливает обуха для кантовки, установки секции в стапельном цехе. Запрещается установка обухов на бортовой обшивке с гладкой стороны. При передаче секции в стапельный цех сборочно-сварочный цех указывает в сдаточной накладной количество (погонаж) и типовые размеры рыбин и обухов, передаваемых вместе с секцией, которые стапельный цех обязан затем вернуть с оформлением сдаточной накладной. На окончательно собранных и заваренных секциях все свободные кромки шириной свыше 300 мм должны быть отрихтованы и раскреплены вдоль кромки рыбинами. Для предотвращения заломов кромки необходимо установить раскосы через 800...1000 мм в плоскости набора со смещением 30...50 мм. Неровности основного металла, образовавшиеся после удаления временных креплений, должны быть устранены посредством зачистки и подварки на всех конструкциях. Прихватки, оставшиеся на основном металле после удаления временных креплений должны быть зачищены на следующих конструкциях:

- 1) на расчётной палубе, листах и продольном наборе, включая непрерывные продольные комингсы грузовых люков;
- 2) на днище (листах и продольном наборе);
- 3) на бортах;

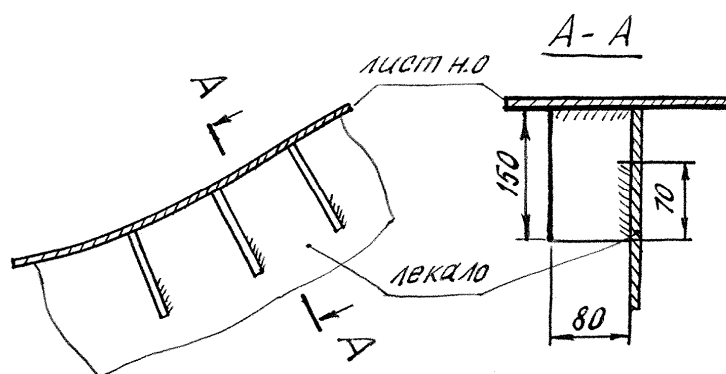
					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		60

4) на ширстреке (верхний пояс бортовой обшивки судна, непосредственно примыкающий к палубе) и скуловом поясе (листах и продольном наборе);

5) на конструкциях, расположенных в районах интенсивной вибрации.

При этом величина утонения основного металла конструкции не должна превышать допустимых ГОСТ 19903.

Утолщения должны иметь плавный переход в основной металл, и величина утолщения во всех случаях не должна превышать допусков на усиление стыковых сварных швов соответствующих конструкций. Для внешней стороны обшивки надводного борта и надстроек, а также для незашиваемых конструкций служебных и бытовых помещений утолщения не должны превышать допусков на толщину, регламентируемых ГОСТ 19903. На остальных конструкциях допускается оставлять швы приварки креплений высотой до 10мм без зачистки, если это не оговаривается чертежами. Оставляемые швы приварки временных креплений не должны снижать качество монтажа судовой изоляции. После выполнения сборочно-сварочных работ должны быть срезаны выводные планки, зачищены места установки планок и электроприхваток. Приварка гребёнок и других временных креплений должна производиться односторонним швом с катетом равным 3мм при толщине свариваемых деталей до 5 мм; 4мм – при толщине свариваемых деталей 6÷10мм; 5мм – при толщине свариваемых деталей 11÷15мм; 6мм – при толщине свариваемых деталей более 15мм. Для обжатия листов НО секций к постели применять прижимные планки размером 80x150мм, привариваемые к лекалам постели и листам НО в одном направлении согласно рисунка.



Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

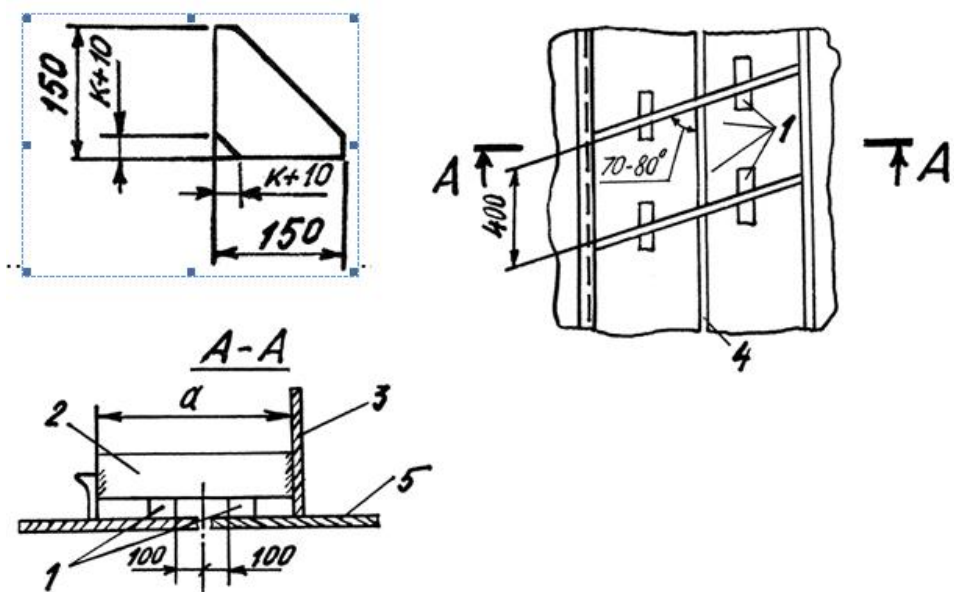


Рис. 14. Установка прижимных планок и гребенок

Для сборки криволинейных стыковых соединений рекомендуется применять гребёнки. При сборке объёмных секций раскрепление подсекций переборок, бортов, выгородок выполнять следующим образом:

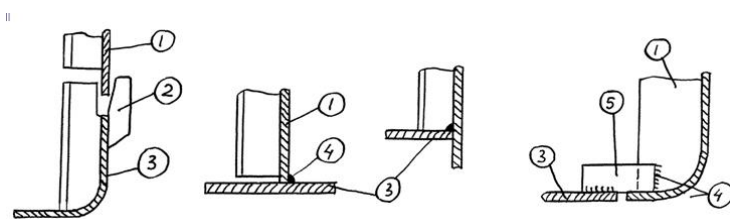
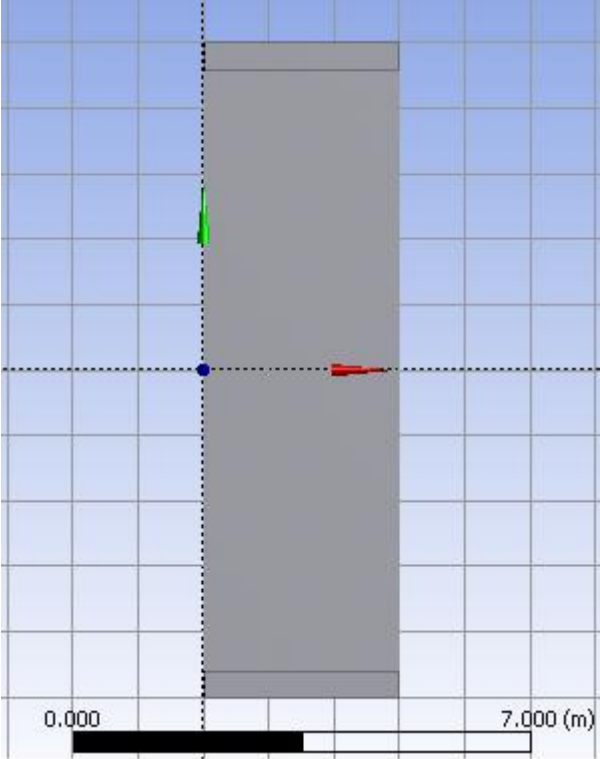
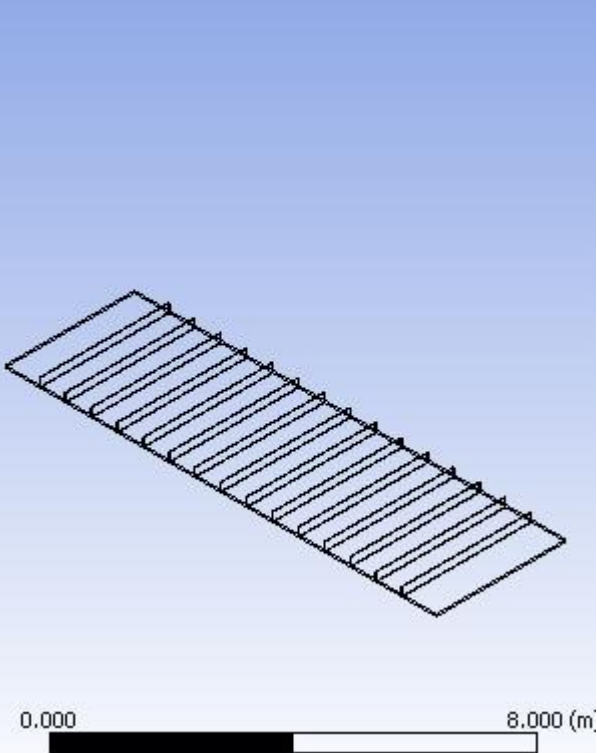


Рис. 15. Сборка подсекций 1 – устанавливаемая подсекция 2 – фиксатор
3 – собираемая конструкция 4 – электроприхватки 5 – гребёнка

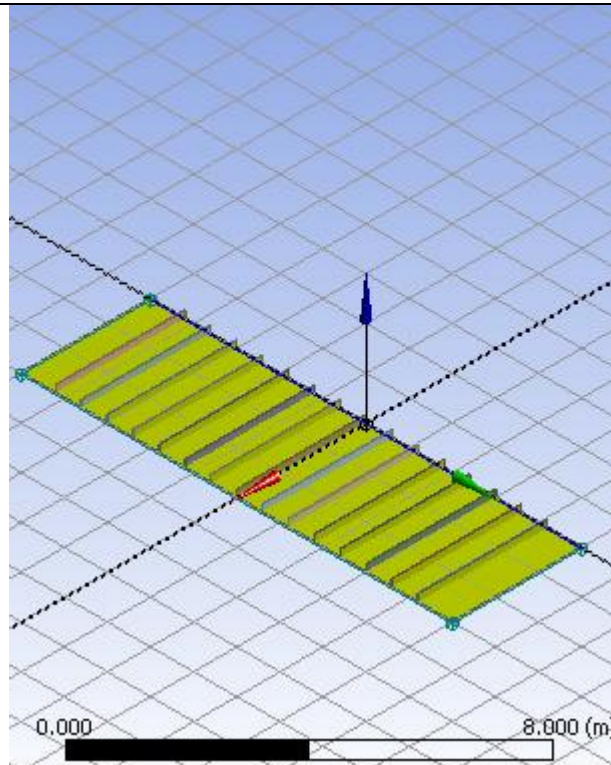
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

3.6. Описание техпроцесса сборки секции

№	Эскиз	Проводимые работы	Примечание
1		<p>1 Уложить листы полотна на сборочный стенд маркировкой вверх.</p> <p>2 Подогнать листы па пазам и стыкам под стыковку, произвести предварительную оконтуровку полотна по оконтуровочному эскизу.</p> <p>3 Прирезать кромки по стыкам и пазам. Состыковать листы по стыкам и пазам, взять на электроприхватки и обжать к стенду грузами.</p> <p>Заварить полотно.</p>	<p>Прирезка листов газом должна осуществляться газорезчиком не ниже 3-го разряда.</p>
2		<p>Установить по разметке набор в следующем порядке:</p> <p>1) При наборе в одном направлении см. эскиз</p> <p>Сдать ОТК под сварку</p>	<p>Если фундамент мешает производству сварочных работ, фундамент устанавливать после сварки набора</p>

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

3

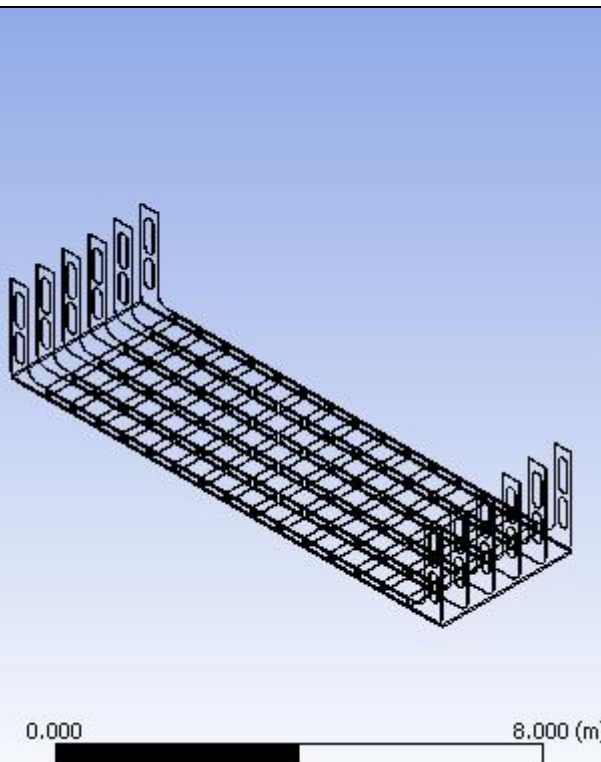


Согласно оконтурочным эскизам нанести базовые линии и произвести оконтуровку полотна, удалить припуска, подрезать кромки, снять фаски согласно указаниям чертежа.

Срезать все наплывы, выводные планки, зачистить места установки обухов
Заварить набор и Установить рыбины согласно схеме, взять на электроприхватки.

Отрихтовать секцию, замаркировать и сдать ОТК

4

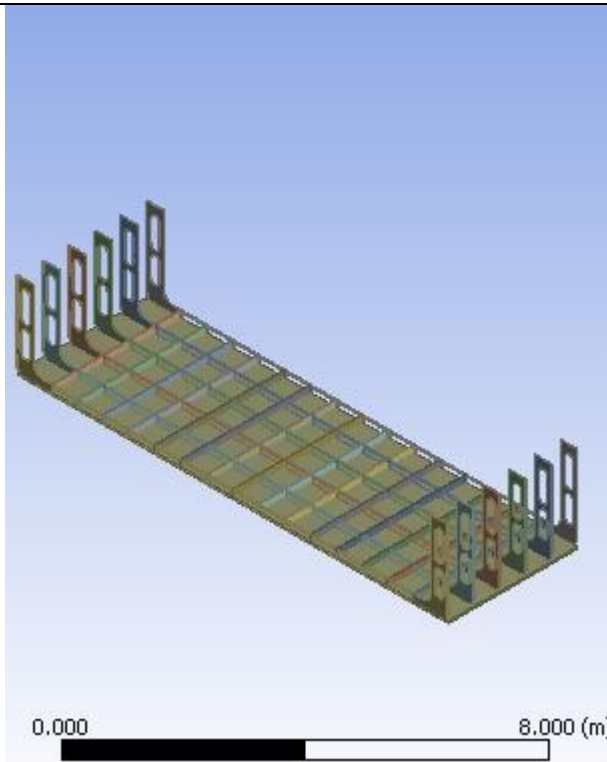


Разметить сетку для установки набора и нанести базовые линии по чертежу и оконтурочному эскизу, линии разметки накернить.

Сдать разметку ОТК.

Зачистить притыкаемые и стыкуемые кромки набора и места установки набора на полотне.

5

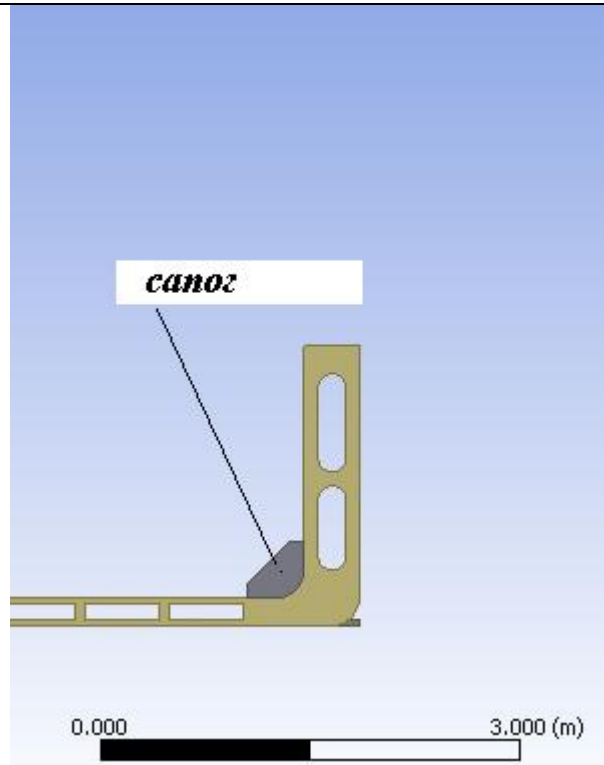


Установку набора производить от среднего шпангоута в нос и корму, последовательно чередуя установку бракет стрингеров со шпангоутами. – средний шпангоут; – бракеты продольных связей в нос и корму; – промежуточные шпангоуты между бракетами продольных связей см. эскиз; – последующие шпангоуты в нос и корму от бракет продольных связей; – бракеты продольных связей и т.д.; – детали россыпи.

раскосы установить и приварить до освобождения набора от устройства установки набора линии днищевых секций (или от гака крана при сборке на стенде). Удалить раскосы после окончательной установки, обжатия и прихватки набора к установленному набору до начала сварки

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

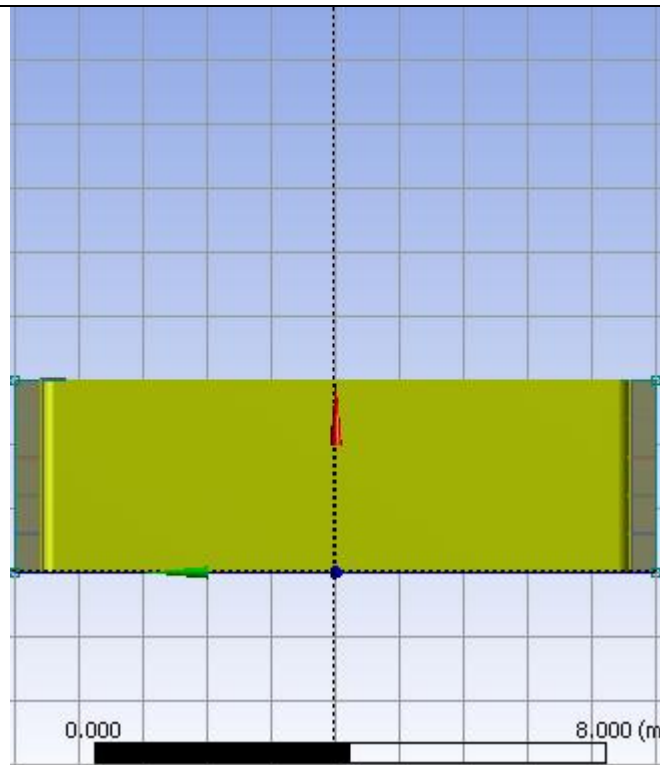
6



При сборке криволинейных секций оконечностей кничные окончания у II дна, у ВП („сапоги“) к остальной части шпангоутов и к НО не варить, а устанавливать на прихватках. Отрихтовать секцию, замаркировать и сдать ОТК

Нижнюю кромку „сапога“ при II дне проверять по шаблонам у крайнего и среднего шпангоута, кромки остальных „сапог“ выдерживать в этой же плоскости.

7

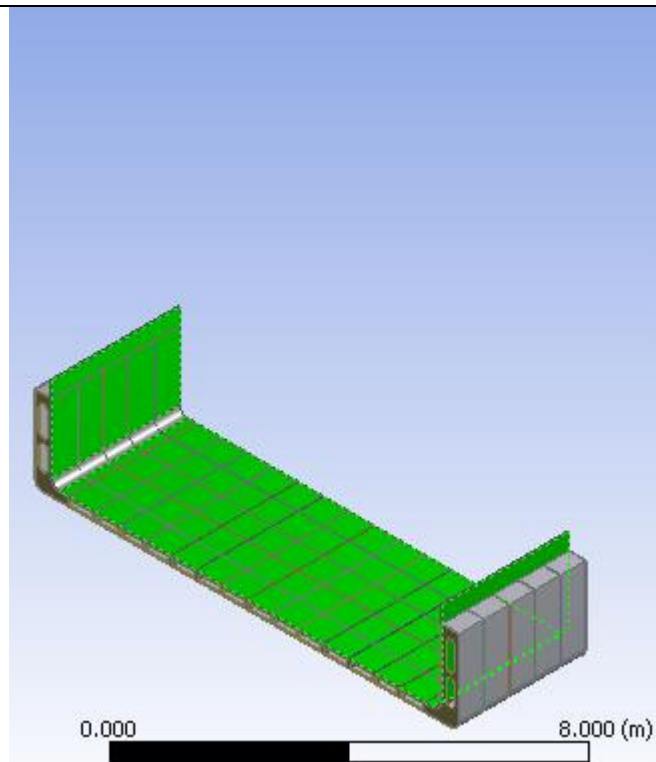


Уложить подсекцию второго дна на стенд. Выровнять, прихватить по периметру к стенду.

Сборку выполнять на плоском коксовом стенде в положении на втором дне

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата

8



Произвести установку листов НО в последовательности:

- листы плоской части от ДП к бортам;
- ширстречные листы у второго дна;

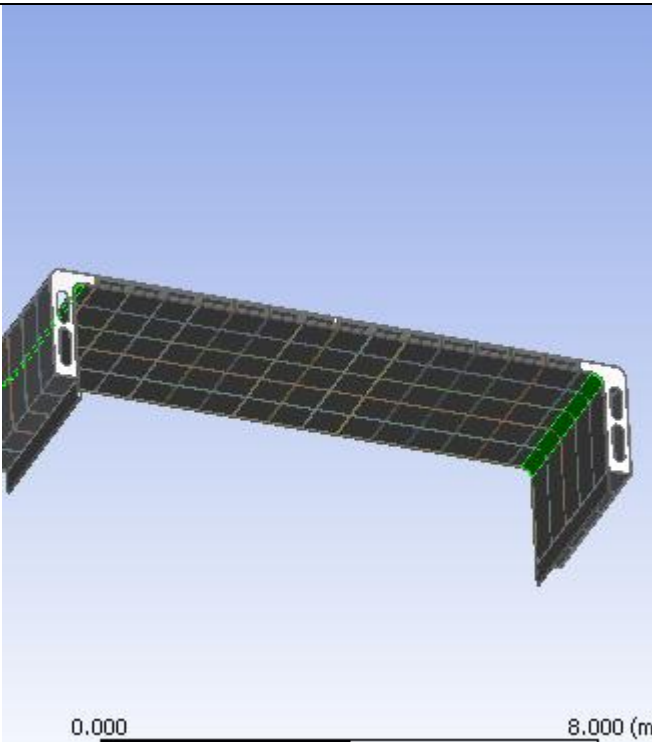
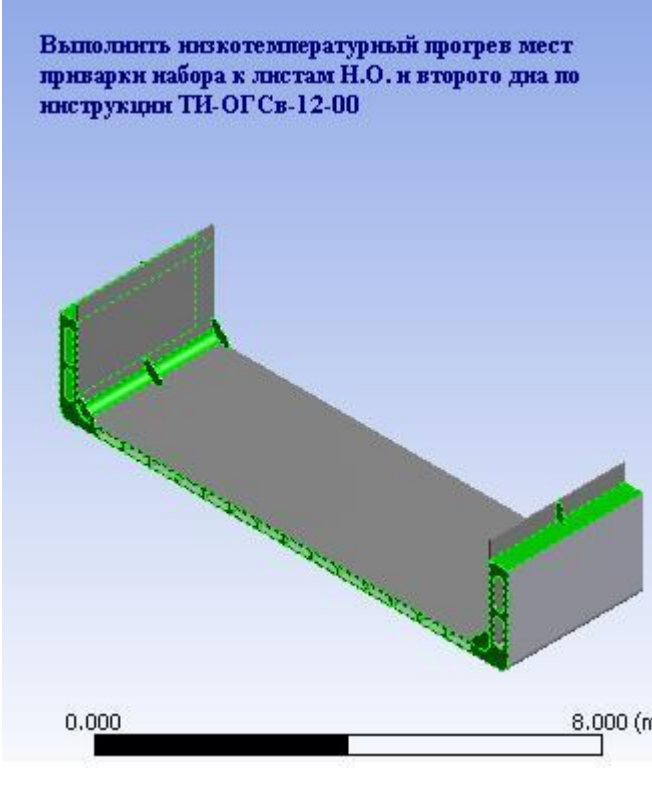
Сдать установку набора ОТК под сварку

установку и сварку выполнить до установки смежных листов НО с предъявлением ОТК сборки и сварки.

- остальные листы криволинейной части.

- 1) листы с припуском по пазу устанавливать в последнюю очередь;
- 2) при обжатии листов с набором в плоской части допускается применять грузы г/п 5...15 т.

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

9		<p>Установить обуха и подкрепления для кантовки. Перекантовать секцию обшивкой вниз. Кантовку, как правило, выполнять двумя мостовыми кранами пролёта (или порталными кранами на открытых площадках) на весу по схеме 36 или 40 Альбома ТО51.1329.314.</p>	
10	<p>Выполнить низкотемпературный прогрев мест приварки набора к листам Н.О. и второго дна по инструкции ТИ-ОГСв-12-00</p> 	<p>Произвести сварку набора с листами Н.О. и приварку шир-стречного листа ко второму дну снаружи по технологии ОГСв. Выполнить низкотемпературный прогрев мест приварки набора к листам Н.О. и второго дна по инструкции ТИ-ОГСв-12-00 для снятия внутренних напряжений и устранения сварочных деформаций.</p>	
11		<p>Нанести маркировку. Сдать секцию ОТК на комплектность и качество.</p>	

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

4 ОХРАНА ТРУДА И БЖД

4.1. Обоснование и выбор состава системы водяного пожаротушения

Выбор пожарных насосов

Пожарный насос подбираем из условия установки отдельно на каждый из бортов второго днища пяти нефтеналивных танков.

В соответствии с требованием Речного Регистра истечение воды должно происходить при давлении у каждого пожарного крана не менее 0,26 МПа. Давление в пожарном трубопроводе не должно превышать 1 МПа, а скорость движения воды в нем – 3 м/с. Нефтепродукты водой тушить нельзя.

Система используется для подачи воды к пенообразующим установкам и системе орошения палубы, для мытья палуб, помещений, устройств и т. д.

Система пенообразования проектируется по специальным требованиям и в данном дипломном проекте не рассматривается. На рисунке показана схема подвода воды по одному борту.

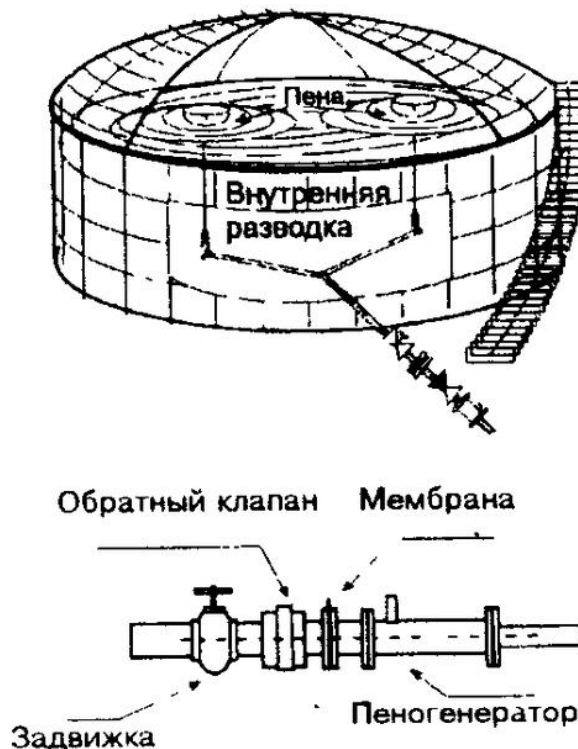


Рис. 16. Схема подвода воды к пенообразователю нефтеналивного танка

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

Суммарная подача насосов определяется по формуле:

$$Q = km^2,$$

где Q – суммарная подача стационарных пожарных насосов, м³/ч;

$m = 25 + 1.68 \cdot (L(B+H))^{0.5}$ – приведенный параметр судна, м;

L, B, H – длина, ширина и высота борта судна, м;

$k = 0.012$ – коэффициент подачи для нефтеналивных судов.

$$m = 25 + 1.68 \cdot (95 \cdot (15 + 8))^{0.5} = 103.53$$

$$Q = 0.012 \cdot 103.53^2 = 128.62$$

Далее необходимо определить минимальную подачу каждого стационарного насоса и подобрать насосы с необходимыми показателями.

$$Q_H = 0.8 \cdot Q / s,$$

где Q_H – минимальная подача насоса, м³/ч;

$s = 2$ – количество стационарных пожарных насосов.

$$Q_H = 0.8 \cdot 128.62 / 2 = 51.45$$

Выбираем два насоса НЦВ 63/100. Их основные показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1 Основные показатели судовых насосов

Наименование параметра насоса, размерность	Насос	НЦВ
	63/100	
Подача, м ³ /ч	63	
Напор, м. вод. ст.	100	
Высота всасывания, м	5	
Частота вращения, мин ⁻¹	2885	
КПД насоса, %	62	
Потребляемая мощность, кВт	28.4	
Масса насоса с электродвигателем, кг	463	

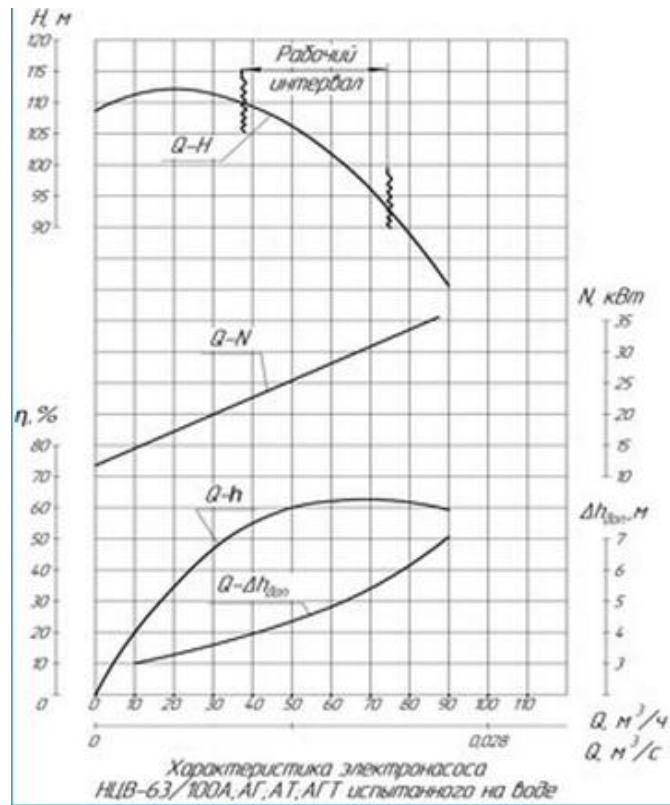
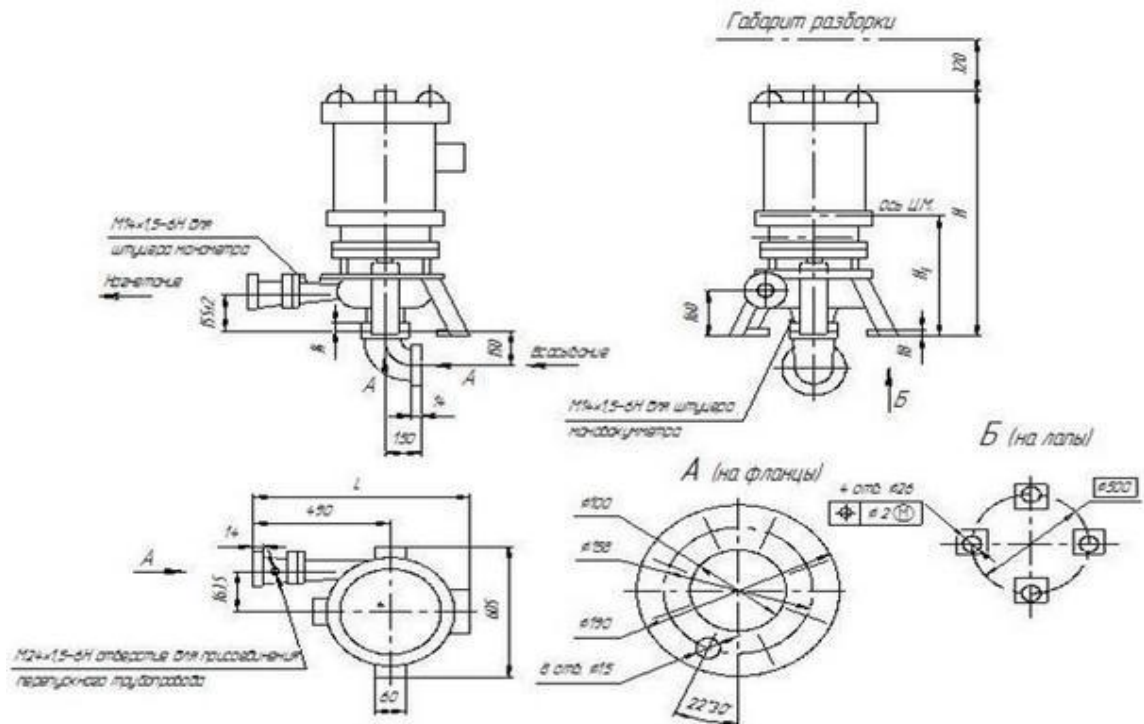


Рис. 17. Рабочие характеристики насоса НЦВ



Тип электронасоса	Размеры, мм		
	H	H ₁	L
НЦВ 63/100А	1064	503	850

Рис. 18. Габаритные размеры насоса

Обоснование и выбор конструктивных параметров труб

По Правилам Регистра для напорных трубопроводов необходимо применять стальные трубы, скорость движения воды по которым не должна превышать 3 м/с. Поэтому внутренний диаметр труб d_{\min} в м должен быть не менее

$$d_{\min} = \sqrt{Q_i / 100},$$

где Q_i – расход воды через рассчитываемый участок трубопровода, м³/ч.

Для принятой схемы трубопровода определение внутренних диаметров труб рационально выполнять в табличной форме (табл. 2). При расчете расходов необходимо исходить из того, что ряд расходов известны: Q_5, Q_6, Q_7, Q_8 – из задания, расход второго насоса Q_{H2} – выбран, а Q_{34} принимается равным наибольшему значению из расходов Q_{45} и Q_{47} .

На каждом участке трубопровода минимальный внутренний диаметр труб определяется по формуле, а конструктивное его значение d принимается равным ближайшему большему типоразмеру труб по ОСТ 5.9586-75 с учетом их толщины и требований по унификации.

Скорость потока воды на участке определяется по формуле:

$$V = 0.00035 \cdot Q / d^2,$$

где V – расчетная скорость потока воды на рассматриваемом участке трубопровода, м/с.

Таблица Расчет параметров труб

Уча- сток	Расход воды, м ³ /ч		Внутренний диа- метр труб, м		Ско- рость потока воды
	Формула	Значе- ние	d_{\min}	d	
1 – 3	$Q_{13} = Q_{34} - Q_{H2}$	82	0,0906	0,1	2,87
2 – 3	$Q_{23} = Q_{34} - Q_{13}$	63	0,0794	0,1	2,21
3 – 4	$Q_{34} = Q_{45}$ или Q_{47}	145	0,120	0,15	2,26
4 – 5	$Q_{45} = 80 + Q_5 + Q_6$	145	0,120	0,15	2,26
5 – 6	$Q_{56} = Q_6$	25	0,05	0,065	2,07
4 – 7	$Q_{47} = 30 + Q_7 + Q_8$	123	0,111	0,125	2,76
7 – 8	$Q_{78} = Q_8$	23	0,0480	0,065	1,91

Гидравлический расчет судовой системы водяного пожаротушения

Целью расчета является проверка соответствия давления воды у пожарных клапанов требованиям Регистра и показателей выбранных насосов конкретным условиям работы системы.

Расчет гидравлических потерь напора в трубопроводах

Расчет гидравлических потерь напора в трубопроводах системы выполняется в два этапа: на первом – производится расчет местных сопротивлений участков трубопровода, а на втором – расчет потерь напора в трубопроводах применительно к наиболее удаленному и высоко расположенному пожарным клапанам системы.

При заполнении табл.3 сопротивление на участке от соответствующего элемента следует принимать равным произведению коэффициента сопротивления и количества соответствующего элемента на участке, а общее местное сопротивление на участке ζ равно сумме сопротивлений от всех элементов, имеющих на участке.

Таблица 3 Расчет местных сопротивлений трубопровода

Параметры элементов трубопровода	Показатели участков трубопровода						
	1 – 3	2 – 3	3 – 4	4 – 5	5 – 6	4 – 7	7 – 8

$t = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – температура воды;

$\rho = 1000\text{ кг/м}^3$ – плотность воды;

$\nu = 1.3 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ – кинематическая вязкость воды.

Таблица 4

Расчет гидравлических потерь напора в трубопроводе

Наименование параметра, размерность	Обозначение, формула или источник	Показатели участков трубопровода						
		1 – 3	2 – 3	3 – 4	4 – 5	5 – 6	4 – 7	7 – 8
Расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$	Q из табл. 2	82	63	145	145	25	123	23
Длина участка трубопровода, м	l из задания	5,5	4,0	2,7	7,8	5,0	70	3,2
Высота подъема на участке, м	h из задания	1,3	1,3	7,8	10,0	1,0	1,1	1,5
Внутренний диаметр труб, м	d из табл. 2	0,1	0,1	0,15	0,15	0,06 5	0,12 5	0,06 5
Скорость потока воды, м/с	V из табл. 2	2,87	2,21	2,26	2,26	2,07	2,76	1,91
Число Рейнольдса $\cdot 10^{-6}$	$Re = \frac{Vd}{\nu}$	0,22 1	0,17	0,26 1	0,26 1	0,10 4	0,26 5	0,09 55
Коэффициент сопротивления трения	$\lambda = \frac{0.303}{(\lg Re - 0.9)^{0.9}}$	0,01 53	0,01 62	0,01 49	0,01 49	0,01 79	0,01 48	0,01 82
Общее местное сопротивление	ζ из табл. 3	5,5	5,4	8,94	2,52	0,11	27,9 6	0,11
Потери напора динамические, м вод. ст.	$H_d = 0.05 \cdot (\zeta + \lambda l / d) V^2$	2,61	1,48	2,35	0,84 1	0,31 9	13,8 1	0,18 3
Суммарная потеря напора, м вод. ст.	$H = H_d + h$	3,91	2,78	10,1 5	10,8 4	1,32	14,9 1	1,68

Общие потери напора,	
м вод. ст.:	$H_{61} = H_{56} + H_{45} + H_{13} + H_{34} = 26.22$
точка 6	$H_{62} = H_{56} + H_{45} + H_{23} + H_{34} = 25.09$
точка 6	$H_{81} = H_{47} + H_{78} + H_{13} + H_{34} = 30.65$
точка 8	$H_{82} = H_{47} + H_{78} + H_{23} + H_{34} = 29.52$
точка 8	
Давление у пожарного клапана, МПа:	
точка 6	$p_{61} = 9.8 \cdot (H_{H1} - H_{61}) \cdot 10^{-3} = 0.723$
точка 6	$p_{62} = 9.8 \cdot (H_{H2} - H_{62}) \cdot 10^{-3} = 0.734$
точка 8	$p_{81} = 9.8 \cdot (H_{H1} - H_{81}) \cdot 10^{-3} = 0.680$
точка 8	$p_{82} = 9.8 \cdot (H_{H2} - H_{82}) \cdot 10^{-3} = 0.691$

Обоснование рабочего режима системы водотушения

Результаты гидравлического расчета системы используются для определения показателей работы насосов в условиях проектируемой системы.

Для определения параметров насосов на установившемся режиме их работы строятся совмещенные характеристики насосов и системы в соответствии со следующим алгоритмом.

На координатную сетку $H-Q$ переносятся паспортные характеристики выбранных пожарных насосов (кривая I). В нашем случае кривая одна, т. к. выбранные насосы одноступенчатые.

На этом же рисунке строятся характеристики участков 1 – 3 и 2 – 3 (кривые II и III).

Для каждого насоса строятся их реальные характеристики (кривые IV и V) путем геометрического вычитания характеристик участков из соответствующих паспортных характеристик насосов по координате H .

Строится суммарная характеристика двух параллельно работающих пожарных насосов (кривая VI) путем геометрического суммирования их реальных характеристик по координате Q .

Строится характеристика трубопровода (кривая VII).

Аппроксимируя (при необходимости) характеристику трубопровода до пересечения с суммарной характеристикой насосов, получаем рабочую точку системы A , координаты которой $(Q_A; H_A)$ являются параметрами рабочего режима системы.

Проецируя точку A в направлении оси H через реальные характеристики на паспортные, находят рабочие показатели их работы $(Q_a; H_a)$ и по уровню последних оценивают степень использования выбранных пожарных насосов в составе проектируемой системы

Проектирование насосов системы водяного пожаротушения.

Проектирование насосов системы водяного пожаротушения рекомендуется выполнять с помощью графоаналитического метода. В аналитической части осуществляется расчет параметров рабочего колеса и спирального канала насосов, а в графической – построение треугольника скоростей с определением неизвестных величин и схем рабочего колеса, профилей лопаток и спирально-отливного канала насосов.

Исходными данными при проектировании насосов являются найденные в предыдущем разделе значения рабочих параметров одного из насосов $Q_a = 79 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $H_a = 93.5 \text{ м вод. ст.}$

Расчет параметров насосов.

Расчет насосов рационально выполнять в табличной форме

Расчет параметров насосов

Наименование параметра, размерность	Обозначение, формула или источник	Численное значение
Подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$	$Q = Q_a$	0,022
Напор насоса, м вод. ст.	$H = H_a$	93,5
Частота вращения вала насоса, мин^{-1}	n	2885

Коэффициент быстроходности, мин ⁻¹	n_s	100
Плотность воды, кг/м ³	ρ	1000
Общий КПД насоса	η	0,7
Мощность насоса, кВт	$N = \rho Q H / (102 \cdot \eta)$	28,74
Диаметр вала насоса, мм	$d_B = (130 \div 160) \sqrt[3]{N/n}$	34
Диаметр втулки насоса, мм	$d_{BT} = (1.2 \div 1.5) d_B$	50
Осевая скорость воды на входе в насос, м/с	V_0	3
Диаметр входа насоса, м	$D_0 = (0.87 \div 1.5) \sqrt{Q}$	0,156
Гидравлический КПД	η_r	0,86
Переносная скорость воды на выходе лопастей, м/с	$U_2 = 4 \sqrt{H / \eta_r}$	41,71
Проекция абсолютной скорости на выходе, м/с	$V_{u2} = 0.5 \cdot U_2$	20,85
Угол установки лопасти на выходе, град	β_2	15
Радиальная составляющая скорости на выходе, м/с	$V_{m2} = (U_2 - V_{u2}) \cdot \operatorname{tg} \beta_2$	5,59
Относительная скорость воды на выходе, м/с	$W_2 = V_{m2} / \sin \beta_2$	21,59
Абсолютная скорость воды на выходе, м/с	$V_2 = \sqrt{V_{m2}^2 + V_{u2}^2}$	21,59
Радиальная составляющая скорости на входе, м/с	$V_{m1} = V_{m2} = V_1$	5,59
Угол установки лопасти на входе, град	$\beta_1 = \beta_2 - (0 \div 3)$	14
Переносная скорость воды на входе лопастей, м/с	$U_1 = V_{m1} / \operatorname{tg} \beta_1$	22,41

Продолжение табл. 5

Наименование параметра, размерность	Обозначение, формула или источник	Численное значение
Относительная скорость воды на входе, м/с	$W_1 = V_{m1} / \sin \beta_1$	23,10
Выходной диаметр рабочего колеса, м	$D_2 = 19.1 \cdot U_2 / n$	0,276
Диаметр средних точек на входе лопастей, м	$D_1 = 19.1 \cdot U_1 / n$	0,140
Объемный КПД насоса	η_0	0,96
Ширина меридианного канала на входе, м	$b_1 = 0.32 \cdot \frac{Q}{D_1 \eta_0 V_0}$	0,027
Ширина меридианного канала на выходе, м	$b_2 = \frac{D_1 b_1 V_{m1}}{D_2 V_{m2}}$	0,015
Число лопастей колеса	$Z = 6.5 \cdot [(D_1 + D_2) / (D_2 - D_1)] \sin \left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2} \right)$	6
Значение центрального угла, град	$\theta = 360^\circ / Z$	60
Диаметр спирального канала в сечении, м		
0	$2\rho_0$	0
1	$2\rho_1 = 1.13 \cdot \sqrt{Q / (8V_{m2})}$	0,025
2	$2\rho_2 = 1.13 \cdot \sqrt{2Q / (8V_{m2})}$	0,035
3	$2\rho_3 = 1.13 \cdot \sqrt{3Q / (8V_{m2})}$	0,043
4	$2\rho_4 = 1.13 \cdot \sqrt{4Q / (8V_{m2})}$	0,050
5	$2\rho_5 = 1.13 \cdot \sqrt{5Q / (8V_{m2})}$	0,056
6	$2\rho_6 = 1.13 \cdot \sqrt{6Q / (8V_{m2})}$	0,061
7	$2\rho_7 = 1.13 \cdot \sqrt{7Q / (8V_{m2})}$	0,066
8	$2\rho_8 = 1.13 \cdot \sqrt{Q / V_{m2}}$	0,071

Результаты расчета параметров насоса уточняются графически при построении треугольника скоростей и схем рабочего колеса, профилей лопаток и спирального канала насоса.

4.2. Общие требования по охране труда и технике безопасности для сборочно-сварочного производства

Опасные и вредные факторы производственного процесса и способы защиты от них

При наличии на рабочем месте или в производственном помещении неблагоприятных условий производственный персонал должен применять средства индивидуальной защиты для уменьшения воздействия или предотвращения влияния опасных и вредных факторов на организм человека.

Используемые для работы средства индивидуальной защиты должны отвечать требованиям нормативно-технической документации на их изготовление и находиться в исправном состоянии с учётом допустимого времени работы.

Средства индивидуальной защиты должны использоваться только по своему прямому назначению в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

Рабочие и служащие, применяющие средства индивидуальной защиты и предохранительные приспособления, должны пройти специальный инструктаж по правилам пользования и простейшим способам проверки их исправности. Рабочие и служащие, по роду своей производственной деятельности систематически применяющие средства индивидуальной защиты должны находиться под наблюдением врача здравпункта предприятия.

Противопылевые респираторы применяются в тех случаях, когда количество аэрозолей в воздухе рабочей зоны не превышает (300-400) мг/м³, а содержание вредных паро- и газообразных примесей не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК). ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны при выполнении различных видов сборочных и электросварочных работ Таблица 4.1 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны при выполнении сварочных работ

№	Величина пре-	Клас
---	---------------	------

п/п	Наименование вещества	дельно допустимой концентрации, мг/м ³	с опасности
1.	Железа окись с примесью окислов марганца до 3% в виде аэрозоля дезинтеграции.	6	3
2.	Железа окись с примесью фтористых или от 3 до 6% Mn соединений в виде аэрозоля дезинтеграции.	4	3
3.	Марганца окислы (в пересчёте на MnO ₂): в виде аэрозоля конденсации в виде аэрозоля дезинтеграции.	0,05 0,3	1 2
4.	Азота окислы (в пересчёте на NO ₂)	5	3
5.	Ангидрид хромовый	0,01	1
6.	Хрома окись	1	2
7.	Углерода окись	20	4
8.	Медь металлическая и её окислы	1	2
9.	Озон	0,1	1
10.	Бензин-растворитель	300	4
11.	Ацетон	200	4

По степени воздействия на организм человека ВВ подразделяются на 4 класса опасности:

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные ПДК менее 0,1 мг/м³;
- 2-й - высокоопасные вещества ПДК 0,1÷1 мг/м³;
- 3-й - вещества умеренно опасные ПДК 1,1÷10 мг/м³;
- 4-й - малоопасные вещества ПДК более 10 мг/м³;

Противогазовые и универсальные респираторы применяются в условиях содержания в воздухе вредных парогазообразных примесей в количествах, не превышающих 10 – 15 ПДК. При этом универсальные респираторы целесообразно использовать при одновременном присутствии в воздухе аэрозолей и парогазообразных веществ.

Фильтрующие респираторы и противогазы применяются только при содержании кислорода в окружающей среде не менее 19 %. Для выполнения работ,

связанных с опасностью падения с высоты, следует применять предохранительные пояса, которые должны соответствовать требованиям ТУ 34-09-10695. Предохранительные пояса и страхующие канаты должны иметь паспорт и через каждые 6 месяцев испытываться. При выполнении работ в условиях повышенной опасности поражения электрическим током рабочие, кроме спецодежды, должны обеспечиваться диэлектрическими перчатками, галошами и ковриками. Для защиты лица и глаз от воздействия вредных факторов электродуги рабочие должны обеспечиваться защитными очками по ГОСТ 12.4.023, защитными щитками по ГОСТ 12.4.035 и светофильтрами.

Во всех случаях, когда естественная вентиляция не обеспечивает нормальных условий работы: необходимого температурного режима и состава воздуха, следует устраивать искусственную вентиляцию, а в местах образования пыли или газа – местные отсосы. При производстве сварочных, газопламенных работ необходимо регулярно производить анализы воздушной среды на предмет загазованности по заявкам цехов (мастеров, строителей и т. д.). Анализ воздушной среды производят респиратором отбора проб воздуха типа М-822.

Ношение защитных касок на производственных участках обязательно.

Метеорологические условия (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха) в рабочей зоне должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005. Рабочие и служащие должны обеспечиваться СИЗ в соответствии с РД5.0496.

4.3. Требования к производственным помещениям, оборудованию, оснастке, инструменту

Производственные помещения должны соответствовать требованиям „Санитарных норм проектирования промышленных предприятий“ СН 245.

Ширина проходов между отдельными видами оборудования должна быть не менее 1 м, ширина проходов между оборудованием и движущими механизмами и деталями (при их постоянном обслуживании) – не менее 1,5 м.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		82

Проходы и проезды не должны загромождаться, границы их, а также рабочие места и складские площадки необходимо обозначить хорошо видимыми линиями (несмываемой краской).

Ширина проездов должна определяться в зависимости от вида и габаритов транспортируемых грузов, но быть не менее 1,8 м при одностороннем и 3 м при двустороннем движении.

Отходы производства должны собираться в металлические ящики и, по мере их накопления, вывозиться с участков.

К эксплуатации должны допускаться только исправные оборудование, оснастка, приспособления и инструмент, отвечающие требованиям соответствующих стандартов и технической документации на их изготовление, монтаж, эксплуатацию, правилам и нормам безопасности труда. Производственное оборудование должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003.

Температура нагретых поверхностей оборудования и ограждений на рабочих местах не должна превышать 45 °С. Оборудование должно монтироваться на фундаментах, виброопорах и других виброизолирующих устройствах.

Производственное оборудование и оснастка должны быть пожаробезопасными. Не допускается использование постелей с габаритными размерами менее предусмотренных для данной секции. Достройка постелей за счёт уменьшения величины проходов и проездов не разрешается. Установка и надежное крепление секций в кантователь, повороты его и съём секций должны производиться под наблюдением ответственного руководителя, назначаемого администрацией цеха.

Привод кантователя должен иметь надежные ограничения вращающихся частей. При установке секции кантователь должен быть застопорён специальным устройством. При любом положении секции в кантователе выполнение работ допускается только при наличии надёжных лесов и ограждений.

Во время поворота кантователя руководитель работ должен неотлучно находиться у пускового устройства. По окончании поворота кантователь должен быть застопорён, после чего подаётся сигнал об окончании кантовки.

Гидравлические и пневматические домкраты, приборы к ним, стяжки должны подвергаться периодическому осмотру и испытанию в соответствии с инструкциями предприятий-проектантов.

Применяемые при сборочных работах винтовые приспособления должны исключать возможность самопроизвольного отвинчивания. Растяжки, оттяжки, талрепы, домкраты должны быть испытаны, сданы комиссии и иметь клейма ОТК. Для небольшого перемещения устойчивых деталей и узлов при сборке корпусных конструкций должны применяться специальные сборочные ломки с отогнутой лапой или пневмогидроприспособления. Неустойчивые детали во время таких перемещений удерживать краном.

Пользоваться гидравлическими и пневмогидравлическими приспособлениями и оборудованием для установки и сборки корпусных конструкций разрешается только при их полной исправности. В случае обнаружения течи жидкости или пропуска воздуха в гидравлической и воздушной системах, а также других неисправностей, работа указанным оборудованием и приспособлениями должна быть немедленно прекращена до устранения дефектов.

При работе с пневматическим инструментом должны выполняться требования ГОСТ 17770. Рабочие, выполняющие работы с применением пневматического инструмента, должны быть обеспечены виброзащитными рукавицами по ГОСТ12.4.010.

Применяемые для инструментов шланги должны быть в исправном состоянии, соответствовать давлению воздуха в магистрали, присоединяться к магистрали и инструментам при помощи ниппелей, штуцеров. Для крепления шлангов к штуцерам и ниппелям следует применять оттяжные хомуты. К работе с инструментом допускаются только лица, обученные безопасным методам работы,

сдавшие экзамены и имеющие удостоверение на право производства работ в условиях строящихся судов. Инструмент, присоединённый к электрической сети или магистрали сжатого воздуха, запрещается оставлять без надзора.

Уровни шума и звукового давления при работе оборудования не должны превышать величин, установленных ГОСТ 12.1.003. Уровень вибрации на рабочем месте не должен превышать величин, установленных "Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий" СН245, утверждёнными Минздравом, а при работе с ручными, ручными механизированными инструментами, приспособлениями – "Санитарными нормами и правилами при работе с инструментами, механизмами и оборудованием, создающими вибрации, передаваемые на руки работающим", утверждёнными Минздравом. В случае превышения уровней вибрации и шума персонал должен быть обеспечен СИЗ.

Производственное оборудование должно иметь сигнальную предупредительную окраску и знаки безопасности в соответствии с ГОСТ 12.4.026.

При работе магнитных кранов должны быть выполнены следующие требования:

Зона работы магнитных кранов должна быть ограждена.

В процессе работы магнитных кранов в зоне их работы нахождение людей запрещается.

4.4. Требования к персоналу, допускаемому к участию в производственном процессе

Производственный персонал, допускаемый к участию в производственном процессе должен:

– проходить предварительный, при поступлении на работу, и периодические, в соответствии с установленным в отрасли положением, медицинские осмотры и не иметь медицинских противопоказаний для выполнения работ, определяемых его производственными обязанностями;

- пройти соответствующие профилю и объёму выполняемых работ обучение и аттестацию;
- пройти инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии;
- пройти соответствующие профилю выполняемых работ обучение и инструктаж по пожарной безопасности;
- пройти обучение и инструктаж по правильному пользованию средствами индивидуальной защиты.

Производственный персонал должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с РД 5.0496.

К выполнению работ по сборке корпусных конструкций допускаются сборщики корпусов металлических судов, сдавшие экзамены на присвоение соответствующей квалификации согласно требованиям действующего „Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих“.

К выполнению сварочных работ при изготовлении судовых корпусных конструкций допускаются сварщики, аттестованные в соответствии с ОСТ 5.9126 и имеющие разряд по „Единому тарифно-квалификационному справочнику работ и профессий рабочих“.

К газопламенным работам допускаются только лица, имеющие удостоверение на выполнение работ. Шланги и аппаратура должны быть испытаны в соответствии с инструкцией. Обдувание (или применение для других целей) кислородом, ацетиленом, воздухом и другими газами категорически запрещается.

Производственный персонал обязан содержать в порядке и чистоте своё рабочее место.

Кроме „Общих требований по технике безопасности“ рабочие должны пользоваться должностными инструкциями для соответствующего вида профес-

сий, разработанных на предприятии и инструкциями по ТБ для соответствующих профессий.

Производственный персонал обязан не допускать возникновения травмоопасных ситуаций в процессе своей деятельности, а при обнаружении и возникновении подобных ситуаций немедленно принять меры к их устранению.

4.5. Требования к организации рабочих мест

Рабочие места должны быть защищены от опасных и вредных факторов, угрожающих здоровью и жизни человека (воздействия высоких температур, электрического тока, высокочастотных и электромагнитных полей, всех видов излучений, вредных веществ, шума, вибрации, падающих предметов и т. п.)

Постоянные рабочие места запрещается располагать:

- непосредственно вблизи сосудов, находящихся под давлением;
- непосредственно под трубопроводами и оборудованием, из которых возможна протечка;
- вблизи мест, где могут выделяться вредные газы или пары, если при этом не предусмотрена вентиляция, обеспечивающая удаление их от мест образования;
- под переносимыми грузами;
- вблизи оборудования, создающего различного вида излучения свыше установленных норм;
- вблизи больших нагретых поверхностей без соответствующих разделительных устройств.

Рабочее место должно быть организовано с учётом снабжения рабочего оснасткой, максимально упрощающей выполнение технологических операций.

Каждое рабочее место должно быть обеспечено необходимыми и безопасными средствами доступа и выхода.

Искусственное освещение на рабочих местах не должно быть вредным для глаз и создавать слепящие блики или резкие тени. В поле зрения работающего не должны попадать блики и падать тени от работающих, а также применяемых при работе инструмента и приспособлений. Освещенность рабочих мест не должна быть ниже установленной РД 5.0308.

На постоянных рабочих местах должен быть обеспечен микроклимат, соответствующий действующим санитарным нормам. При невозможности обеспечения условий, соответствующих санитарным нормам, необходимо предусматривать специальные меры по защите работающих (кабины, средства индивидуального обогрева и др.).

Рабочие места для пожароопасных работ должны быть оборудованы первичными противопожарными средствами по указанию органов пожарного надзора предприятия. Доступ к этим средствам должен быть всегда свободен.

Рабочие места следует постоянно содержать в чистоте, не загромождать отходами производства, деталями, инструментом и т. д.

Рабочие места, где производится электросварка, должны быть огорожены переносными несгораемыми ширмами для защиты работающих вокруг от излучения электрической дуги, брызг расплавленного металла.

Перед началом работы электросварщик должен производить осмотр рабочего места, уборку лишних предметов и легковоспламеняющихся материалов, производить осмотр целостности и плотности мест соединения газовых, воздушных и водяных коммуникаций с аппаратурой и между собой и изоляции токоведущих проводов.

При одновременной работе на различных высотах по одной вертикали должна быть предусмотрена защита персонала, работающего на нижних ярусах, от брызг металла, случайного попадания огарков и др.

Движение людей разрешается только по проходам. Запрещается движение людей через сборочные и другие площадки, на которых проводятся работы. Все кабели, провода, газопроводы, воздухопроводы, водо-проводы, проходящие в местах движения людей, должны быть изолированы, закрыты щитами и не должны загромождать и стеснять проходы.

Обслуживание и наблюдение за исправным состоянием всех временных трубопроводов и воздушных шлангов должно быть поручено специально выделенному лицу. Трубы, арматура, распределительные коробки временных трубопроводов и воздушных шлангов перед сдачей в эксплуатацию должны быть испытаны в соответствии с техническими условиями. Запрещается сбрасывание отходов, материала, инструмента с секций и блоков. При установке корпусных конструкций (палуб, платформ, фундаментов) администрация должна следить за тем, чтобы к концу рабочего дня или смены все детали были поставлены на место и закреплены.

Сборку секций разрешается производить только на площадках, предусмотренных технологическим процессом.

Запрещается хождение по универсальным стендам без настилов, по флорам, бимсам, стрингерам и переборкам. Для прохода по ним должны быть устроены закрепленные настилы с поручнями.

Вырезы, люки, горловины на открытых частях палуб и в помещениях должны быть закрыты или иметь ограждения. По бортам судна и со стороны открытых частей секций должны быть установлены ограждения высотой не менее 1,2 м, состоящие из поручня, одного промежуточного элемента и бортовой доски высотой не менее 150 мм.

Рабочие места, расположенные выше 1.5 м от уровня земли или сплошного перекрытия, должны быть оборудованы леерными ограждениями по чертежам: КО12.1524.001, КО12.1524.002, КО12.1524.003, КО12.1524.040.

4.6. Требования к хранению и транспортировке секций

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		89

Габаритные размеры секций и блоков должны соответствовать свободному проходу их через проёмы помещений, а вес их – данным подъёмно-транспортного оборудования. Места для хранения готовых секций и блоков должны быть оборудованы подъёмно-транспортными средствами, обеспечивающими беспрепятственную и безопасную установку, хранение и уборку секций и блоков. Запрещается приступать к сборочным, сварочным и другим работам до того, как будет придано устойчивое положение секции. Запрещается производство работ на секциях, поддерживаемых для устойчивости кранами.

Разметочные работы по контуровке и насыщению секций, а также другие работы при сборке секций в сборочных цехах должны производиться при обеспечении рабочих мест лесами и подмостками, имеющими перила и трапы. Устройство таких лесов должно соответствовать требованиям ОСТ 5.9029. Леса должны допускаться к эксплуатации после соответствующей приёмки комиссией и оформлением акта. За исправное состояние лесов должен быть назначен приказом по цеху ответственный из числа ИТР цеха, эксплуатирующего леса. Чертежи лесов, устанавливаемых на высоте более 1.5 м, разрабатывает КБКО. Монтаж и демонтаж лесов должны производиться по „Временной инструкции на изготовление, сборку, эксплуатацию и хранение трубчатых, подвесных, передвижных и башенных лесов при постройке судов“ ТО12.0075.510.

Крепление блоков, секций и отдельных конструкций (кронштейнов, рулей и пр.) должно производиться в соответствии со специальными чертежами или схемами при соблюдении требований безопасности. При установке продольных и поперечных переборок и других аналогичных конструкций, они должны удерживаться от падения растяжками с талрепами, скрепляемыми надёжно с набором или приваренным обухами. Смежные конструкции, устанавливаемые параллельно друг другу вместо растяжек разрешается раскреплять распорками между собой. См. схему установки.

Кантовка секций и полотнищ кранами должна производиться по специальному проекту или транспортировочной карте и выполняться двумя или более стропальщиками под руководством лица, ответственного за безопасное перемещение грузов кранами. При кантовке крупных объёмных секций должны быть выставлены наблюдающие за состоянием и положением секции, а также за проходами к ней со всех сторон.

Не допускается превышение грузоподъёмности подъёмно-транспортных устройств. К управлению, ремонту и обслуживанию подъёмно-транспортных устройств должно допускаться только специально обученное и проинструктированное лицо. Обуха, используемые для транспортировки и крепления секций, должны изготавливаться и устанавливаться по чертежам, утверждённым в установленном порядке и иметь клеймо ОТК. Установка и приварка обухов должна быть сдана ОТК. Место расположения и размеры рымов и обухов для транспортных операций с секциями должны быть предусмотрены расчетом и технологической документацией. Запрещается использовать для изготовления рымов и обухов случайные материалы. Рымы и обуха должны применяться соответствующей грузоподъёмности и иметь клеймо ОТК.

При перерывах в работе оставлять секции в подвешенном состоянии без дополнительного подкрепления запрещается. Подкрепление должно обеспечивать устойчивое положение секции, исключая её падение или опрокидывание, а также выставлять предупреждающие знаки „опасная зона“.

Рыбины, оттяжки, растяжки, подставы, устанавливаемые на секции, должны быть надёжно раскреплены. При установке, снятии узла, детали, обуха или рыбины на вертикальной или потолочной плоскости работу выполнять не менее, чем двумя рабочими, один из которых придерживает узел, другой выполняет работу, т.е. приваривает узел к конструкции или срезает его газовой резкой. Если вес узла превышает 50 кг, подача его к месту установки и удерживание до прихватки должны производиться с использованием крана или простейших такелажных приспособлений типа блоков, талей.

На каждом участке погрузочно-разгрузочных работ в каждой смене должно быть назначено лицо из ИТР, ответственное за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами, в обязанности которого входит организация работ с соблюдением правил безопасности. В этих целях необходимо:

– не допускать использования немаркированных, неисправных и не соответствующих по грузоподъемности и характеру груза грузосъемных и грузозахватных приспособлений и тары;

– указывать крановщикам и стропальщикам место, порядок складирования грузов;

– не допускать к обслуживанию кранов необученный и не аттестованный персонал, определять число стропальщиков, а также необходимость назначения сигнальщиков при работе крана.

На месте производства погрузочно-разгрузочных и стропальных работ, а также вблизи от них не допускается присутствие посторонних лиц.

Опущенные грузы, устойчивость которых вызывает сомнение, до отдачи стропов должны быть закреплены упорами или растяжками.

Между сложенными материалами, полуфабрикатами, изделиями, а также между ними и заборами, переходами, входами, выходами и стенками помещений должны выдерживаться расстояния, достаточные для безопасного движения и выполнения погрузочно-разгрузочных и стропальных работ, но не менее 1 метра.

При застропливании груза на двурогий крюк должно быть обеспечено равномерное распределение нагрузки на оба рога. Подвеска на одном роге запрещена.

Транспортные средства и приспособления (тележки, вагонетки, платформы, автоэлектрокары, вагоны), применяемые при погрузочно-разгрузочных работах, должны соответствовать своему назначению, находиться в исправном состоянии, осматриваться и проверяться перед началом работы, а также иметь четкие надписи с указанием грузоподъемности.

Запрещается управлять самоходными транспортными средствами лицам, не прошедшим обучение и не имеющим соответствующего удостоверения.

Перед перемещением секций и блоков с них должны быть удалены все люди. Руководитель работ должен выставить наблюдающих, не допускающих посторонних людей в район выполнения указанных работ. При установке секций на платформы и другие транспортные средства запрещается смещать центр тяжести секции относительно центра тяжести платформы. При невозможности соблюдения этого условия транспортные средства должны быть снабжены противовесами согласно расчетам и схемам транспортировки. Подкладки, на которые укладываются секции, должны быть прочно прикреплены к платформе.

Секции, погруженные на платформу, должны быть надёжно раскреплены. Запрещается оставлять на платформе и перевозить незакреплённые секции.

Запрещается ударная правка и правка с применением (гидро) домкратов и (гидро) талрепов при вертикальном положении стоек подсекций комингсов, фальшбортов, волноломов, козырьков и ветро-отбойников.

При правке подсекции комингсов, фальшбортов и других конструкций должны раскрепляться не менее чем двумя раскосами (растяжками, электроприхватками) с каждой стороны конструкции. Раскрепление запрещается снимать до полного окончания работ по правке конструкции рисунок .

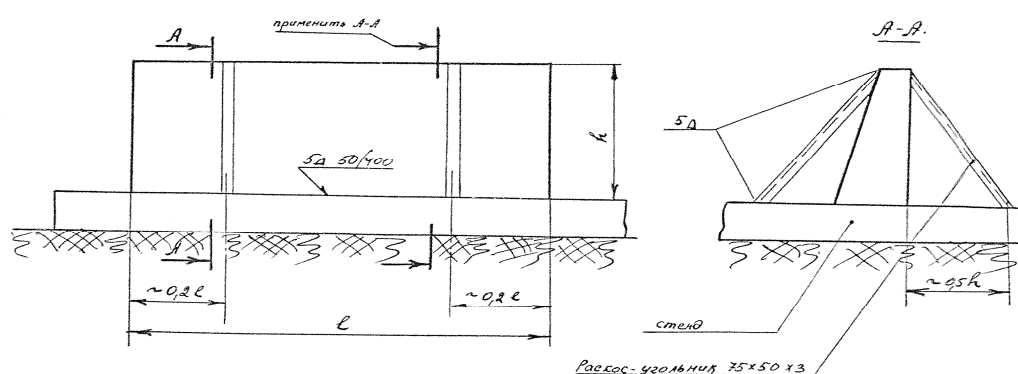


Рис. 19. Примерная схема раскрепления секции при безударной правке при вертикальном положении секции

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата

Работы повышенной опасности (погрузка, выгрузка, транспортировка и кантование крупногабаритных конструкций и секций) должны производиться под непосредственным руководством лиц, ответственных за безопасное перемещение грузов кранами.

Все конструкции, устанавливаемые грузоподъемными средствами, до выполнения любых сварочных операций (электро-прихватки, сварка) должны быть предварительно заземлены с конструкцией, с которой будет осуществлён их монтаж, с помощью гибкого кабеля сечением не менее 50мм². Предварительно проверить имеется ли заземление конструкции (секция, блок, отдельный район), на которую осуществляется установка данной конструкции.

Запрещается производить работы по подъему и перемещению грузов при наклонном положении грузовых канатов.

Категорически запрещается складирование грузов и производство работ в зоне габарита передвижения кранов, имеющих наземные рельсовые пути. Высокий набор (флоры, стрингеры) при сборке днищевых секций должен раскрепляться при установке с помощью раскосов рисунок .

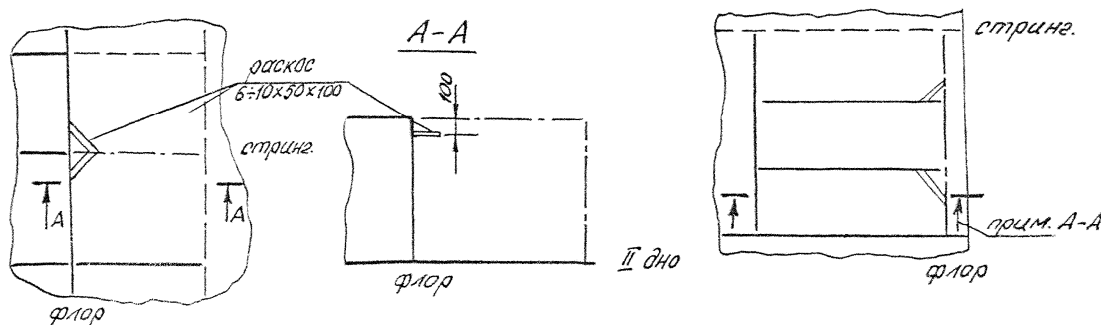


Рис. 20. Схема раскрепления высокого набора днищевых секций при установке в секцию.

Примечание: раскосы установить и приварить до освобождения набора от устройства установки набора линии днищевых секций (или от гака крана при сборке на стенде). Удалить раскосы после окончательной установки, обжатия и прихватки набора к установленному набору до начала сварки.

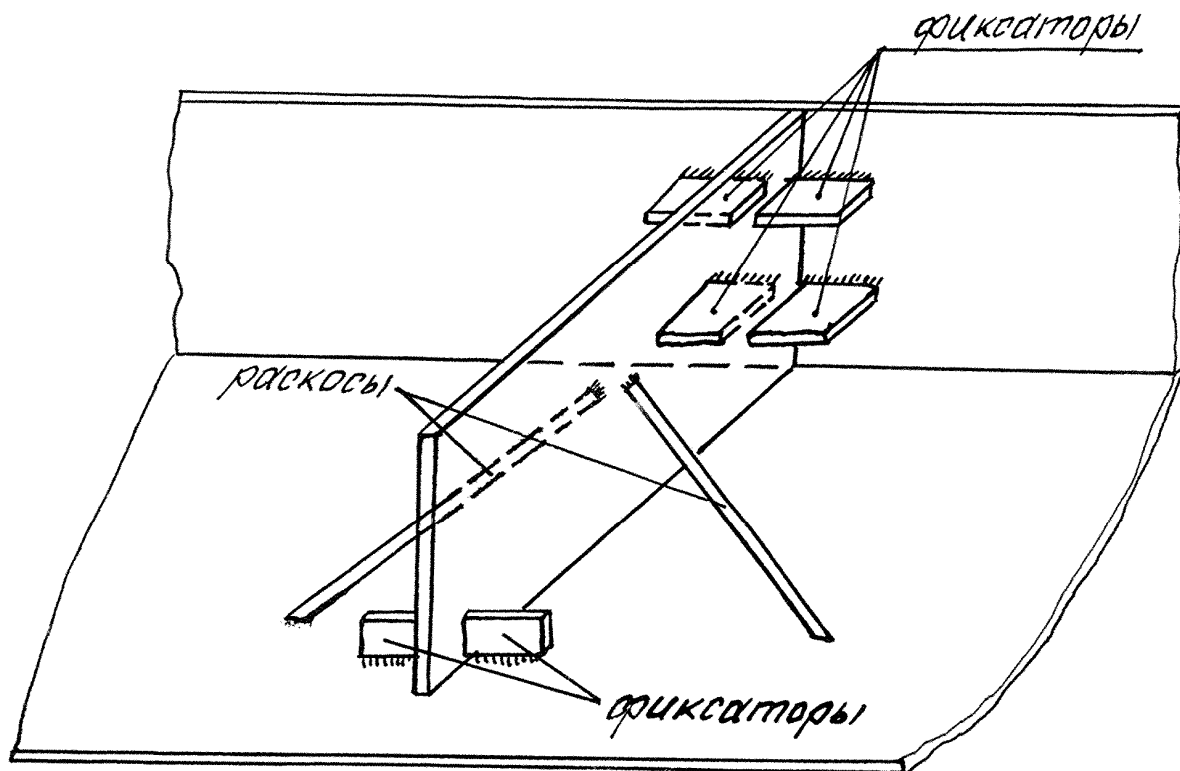


Рис. 21. Установка раскосов

Раскрепление набора днищевых секций при установке в секцию производить фиксаторами внизу и вверху (размером $6 \div 10 \times 50 \times 100$) и раскосами при длине более 3м.

Погрузку, транспортировку и установку отдельных металлических секций, масса которых не превышает 1т, следует производить при помощи не менее двух такелажных струбцин при наличии специальных наваров в местах их установки для предотвращения срыва. Для предотвращения возможности повреждения переборок и выгородок из алюминиевых сплавов рекомендуется применять прокладки из резины, алюминия, дерева в соответствии с требованиями ОСТ 5.9897 и ОСТ 5.9644.

Подъем, транспортировку и установку отдельных секций, масса которых превышает 1т, следует производить с помощью такелажных обухов, соответствующих требованиям ОСТ 5.2045 и имеющих клеймо ОТК. Обуха должны быть

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата

установлены так, чтобы в процессе подъема и кантовки секций не наблюдалось изгиба обухов.

Транспортировку секций массой более 3т следует производить по схемам, разработанным технологической службой завода. Транспортировка краном переборок и выгородок длиной более 4м и массой до 5т должна производиться с помощью траверзы. При строповке секций с незаконченным объемом сборочно-сварочных работ для кантовки, транспортировки пользоваться теми же схемами строповок, что и для полностью законченных секций, а именно "Технологическими указаниями на строповку и кантовку секций и блоков корпуса" 2ТО51.1329.314 инв. К0043 со следующими дополнительными требованиями:

– в районе установки обухов и подкреплений в секции должен быть выполнен полный объем сборочно-сварочных работ в радиусе 0,5м от центра обуха, т.е. установлены все детали в этом районе, влияющие на прочность и заварены в объеме чертежа 100%;

– при необходимости дополнительные требования по конкретным секциям даются в рабочих техпроцессах.

5 Требования техники безопасности при испытании сварных швов методом „керосин на мел”

Отсеки или цистерны, содержавшие продукты нефти или их остатки, до производства в них работ должны быть очищены, пропарены и провентилированы, после чего проверены на содержание в воздухе этих помещений взрывоопасных паров путем анализа. При выполнении технологических операций в замкнутых и труднодоступных помещениях (пространствах) с применением легковоспламеняющихся жидкостей или пожароопасных материалов должно использоваться оборудование в исполнении, строго соответствующем классу этих помещений. Выдача легковоспламеняющихся и огнеопасных жидкостей, веществ и материалов, а также наполнение ими соответствующей посуды, сосудов и прибо-

ров должны производиться вне судна и дока в специально отведенных для этой цели береговых помещениях, оборудованных в соответствии с требованиями пожарной охраны.

Огнеопасные и легковоспламеняющиеся жидкости, вещества и материалы должны отпускаться на рабочие места только в исправных небьющихся и исключающих искрообразование закрытых сосудах, в количестве, не превышающем потребности одной смены.

Рабочие места, на которых производятся работы с нагревом или применяются огнеопасные или легковоспламеняющиеся вещества, должны быть оборудованы противопожарными средствами в соответствии с указаниями пожарной охраны. Перед производством местных нагревов, сварки и газовой резки администрация должна проверить отсутствие на местах производства работ и на обрабатываемых поверхностях (внутри и снаружи) воспламеняющихся веществ, материалов и предупредить о предстоящих работах пожарную охрану. С противоположной стороны нагреваемых металлических поверхностей должно быть установлено наблюдение для того, чтобы не допустить ожогов людей.

Запрещается оставлять в нерабочее время на стапеле, лесах, судах, блоках и секциях сосуда, приборы, аппараты с огнеопасными, легковоспламеняющимися материалами и веществами (промывочными, смазочными, лакокрасочными) и жидким топливом. Баллоны, сосуда, приборы и аппараты с огнеопасными материалами и веществами следует оставлять на рабочих местах во время обеденного перерыва только под наблюдением дежурного, в других случаях – запрещается. С конструкций, подлежащих испытаниям на непроницаемость и герметичность, должны быть убраны мусор и производственные отходы, удалены строительные леса и подмости, демонтирована временная вентиляция, электропроводка и другие временные коммуникации.

Район испытаний на герметичность должен быть огражден, должны быть вывешены плакаты с предупреждающими надписями. Запрещается присутствие посторонних лиц в районе испытаний.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		97

- 6 Нормативные документы по охране труда и пожарной безопасности, которыми следует руководствоваться при организации и выполнении работ
- 1) РД 5.0241-91 Безопасность труда при строительстве и ремонте судов. Основные положения.
 - 2) РД5.9092-81 Корпуса стальных судов. Основные положения по технологии изготовления.
 - 3) РД 5.9823 ССБТ-80 Работы электросварочные. Требования безопасности.
 - 4) РД 5.0308-80 ССБТ. Освещение искусственное на судостроительных предприятиях. Общие требования.
 - 5) ОСТ 5.0330-84 ССБТ. Погрузочно-разгрузочные работы при строительстве и ремонте судов. Требования безопасности.
 - 6) РД 5.0228-79 НОТ. Организация рабочих мест основных рабочих сборочно-сварочного цеха.
 - 7) ОСТ 5.9854-80 ССБТ. Безопасность труда при сварке на поточно-механизированных линиях. Общие требования.
 - 8) Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
 - 9) Правила техники безопасности и производственной санитарии для судостроительных и судоремонтных работ.
 - 10) Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий.
- 7 Перечень оснастки и инструмента, применяемых в сборочно-сварочном и корпусостроительном производстве

№ п/п	Наименование и тип	Обозначение нормативно-технических документов	Класс точности, цена деления	Назначение	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Нитки	ГОСТ 6309-93		Для разметки	
2	Мел	ГОСТ 12085-88		— // —	

3	Чертилки	ГОСТ 24473-80		Для нанесения линий при выполнении разметочных работ	
4	Кернер	ГОСТ 7213-92		Для кернения прочерченных линий	
5	Отвес	ГОСТ 7948-80		Для контроля вертикальности при установке деталей, конструкций	
6	Струна	ГОСТ 9389-75		Для выполнения проверочных и разметочных работ	
7	Кронштейн для натяжения струны			Для натяжения	
8	Циркуль	ГОСТ 24472-80		Для вычерчивания окружностей	
9	Ломики типа Л			Для выполнения сборочных работ	
10	Бухтиномер			Для измерения стрелки прогиба бухтин	
11	Молотки деревянные типа МД			Для правки тонколистовых корпусных конструкций	
12	Киянки	ГОСТ 11775-74		Для рихтовочных работ	
13	Гладилки плоские	ГОСТ 11412-75		— // —	
14	Кувалда	ГОСТ 11401-75		— // —	
15	Талрепы типа А, Б	ОСТ 5.8011-70		Для выполнения сборочно-сварочных работ	
16	Напильник	ГОСТ 1465-80		Для снятия заусенцев	
17	Зубило	ОСТ 5.9658-76		Зачистка сварных швов, снятие	

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата
------	------	-----------	---------	------

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 9389-75 Проволока стальная углеродистая пружинная. Технические условия

ГОСТ 11401-75 Инструмент кузнечный для ручных и молотовых работ. Кувалды кузнечные тупоносые. Конструкция и размеры

ГОСТ 11412-75 Инструмент кузнечный для ручных и молотовых работ. Гладилки плоские. Конструкция и размеры

ГОСТ 11775-74 Киянки формовочные. Конструкция и размеры

ГОСТ 12085-88 Мел природный обогащённый. Технические условия

ГОСТ 14770-69 Устройства исполнительные ГСП. Технические требования. Методы испытаний

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 19903-74 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент

ГОСТ 24472-80 Циркули. Типы и основные размеры

ГОСТ 24473-80 Чертилки. Типы и основные размеры

Отраслевые стандарты

Технические условия, стандарты предприятия

ТУ 34-09-10695 Предохранительные пояса

СН 245 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		101

СТП ИПЕВ 563-2000 Сварка стальных корпусных конструкций. Технические требования по применению основных способов тепловой резки и сварки плавлением

СТП ИПЕВ 570-2000 Порядок оформления передачи секций корпуса из цеха в цех

Условные сокращения и обозначения.

БТК	Бюро технологического контроля
ДП	Диаметральная плоскость
ИТР	Инженерно-технические работники
КБКО	Конструкторское бюро корпусной оснастки
МАКО	Международная Ассоциация Классификационных обществ
НО	Наружная обшивка
ОТК	Отдел технического контроля
ОГСв	Отдел главного сварщика
ОЛ	Основная линия
ПрБ	Правый борт
ЛБ	Левый борт
ПДК	Предельно-допустимая концентрация
СИЗ	Средства индивидуальной защиты
ТБ	Техника безопасности
Техпроцесс	Технологический процесс

8 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

9 Техническое обоснование технологического процесса изготовления секции двойного дна

Секция двойного дна играет важную роль в продольной и поперечной прочности судна, так как она является элементом наружной обшивки и обеспечивает непотопляемость судна, воспринимает самые большие нагрузки:

1. нагрузка от принятого груза
2. нагрузка от давления забортной воды
3. действие волновых нагрузок
4. другие

Действие всех этих нагрузок неблагоприятно влияет на конструкцию секции, при этом она может испытывать сжатие, растяжение, кручение, вследствие чего могут появляться остаточные напряжения и деформации. В зависимости от величины нагрузок выбирается материал, рассчитывается толщина обшивки, способ формирования секции и всего корабля в целом.

Материалом секции служит низколегированная сталь 09Г2, что повышает прочностные характеристики по отношению с обычной углеродистой сталью.

Конструкция секции типична, в состав входят такие элементы как: стрингеры, флоры (водонепроницаемые, проницаемые и др.), рёбра жёсткости (полособульбы, тавры, двутавры, кили (горизонтальный, вертикальный), кницы, brackets, наружная обшивка, обшивка второго дна.

Технологический процесс изготовления секции можно разделить на 3 этапа: 1-изготовление деталей, 2-сборка и сварка узлов, 3-сборка и сварка секции

На 1м этапе прибывшие листы металла проходят обработку в корпусообрабатывающем цехе, где для них разрабатывают карты совместного раскроя деталей и маршруты обработки этих деталей. Детали подвергаются следующим операциям: предварительная правка листового проката в листопрямильных вальцах, очистка и грунтовка проката на поточной линии, разметка по эскизам и маркировка на машинах с ЧПУ или специальным карандашом, Резка плазменная на машинах с ЧПУ, резка плазменная на переносных машинах, резка механическая на гильотинных ножницах, Подготовка кромок под сварку на переносных машинах, зачистка от грата, правка деталей после вырезки на листопрямильных машинах, правка деталей после вырезки на прессах, гибка листовых деталей на листогибочных машинах, гибка листовых деталей на прессе. После прохождения всех нужных операций детали собираются в комплекты и подаются на сборку.

На 2м этапе готовые детали собирают в узлы. Полотнища, короткие балки, полотнища с коротким набором собираются на стенде вручную. Длинные балки собираются на станках (МИБ-700). Сварка производится 3мя способами: автоматическая, полуавтоматическая (в среде защитных газов, под флюсом) и ручная. Автоматическая применяется при приварке длинного набора секции, полуавтоматическая при сварке коротких швов в любом положении, ручной сваркой варят ответственные конструкции или при невозможности применения автоматической сварки.

На 3м этапе сборку секции производят на стенде отдельным способом, т.е. сначала устанавливается и приваривается набор главного направления, а затем перекрестные связи затем перекрёстный набор, оба набора свариваются между собой. Здесь же устанавливаются детали россыпи. В последнюю очередь

устанавливается и приваривается настил второго дна. Конструкция сдаётся на комплектность и качество, проверяются сварные швы, производится окраска и маркировка.

Данная секция при постройке не имеет технологических особенностей, собирается и сваривается по отработанной технологии.

10 Расчет производственной мощности сборочно-сварочного участка изготовления секции двойного борта

Под производственной мощностью предприятия следует понимать максимально возможный выпуск продукции при полном использовании оборудования и производственных площадей в течение года. В процессе эксплуатации часть производственных мощностей выбывает из производства и заменяется новыми, более эффективными видами, поэтому среднегодовая мощность предприятия, цеха, рассчитывается по формуле

$$M_{\text{ср.-год.}} = M_{\text{н.г.}} = M_{\text{ввод.}} \cdot \frac{Ч_{\text{ввод.}}}{12} - M_{\text{выб.}} \cdot \frac{12 - Ч_{\text{выб.}}}{12}$$

Ч_{ввод.} и Ч_{выб.} – число месяцев в году в течение которых мощности участвуют в процессе производства.

Применительно к судостроительному предприятию мощность определяется количеством судов изготавливаемых в течение года и рассчитывается отдельно для верфи и машиностроительной части. КСП характеризуется количеством изготовленных секций, если идет значительная серия одинаковых судов, либо количеством перерабатываемого металла в тоннах, если секции разнообразны.

Мощность любого предприятия характеризуется не только максимальным выпуском продукции, но главным образом максимальным использованием оборудования, а еще проще коэффициентом загрузки оборудования.

Сводная таблица трудоёмкости обработки деталей.

Наименование операции	Разряд	Трудоёмкость, нормо- часов
правка	2	50,0
Разметка и маркировка (ручная)	2-3	42,1
Тепловая резка и маркировка на ЧПУ	3-4	37,9
Резка на гильотине	3	6,6
Очистка и грунтовка	2	23,5
Гибка	3-4	11,9
Сборка секции	3-4	326,7
Сварка секции	3-5	199,7
Автоматическая сварка	3	54,4
Полуавтоматическая сварка	2	130,3
Ручная сварка	5	15

11 Расчет количества оборудования сборочно-сварочного участка при односменной работе

Расчет количества оборудования ведется по формуле $O = \frac{T_{ni} \cdot N}{F_g \cdot K_n}$

T_{ni} – нормируемая трудоемкость в н·час на изготовление единицы изделия на данном виде оборудования.

N – производственная программа, т.е. количество изделий в натуральном выражении (штуки, комплекты, метры)

F_g – действительный фонд времени работы оборудования, который равен $F_g = D_p(1-v)h$,

Но практически в зависимости от сменности работы оборудования F_g составляет: при односменной работе $F_g = 2028$ ч/год, при двусменной работе $F_g = 3973$ ч/год, при трехсменной работе $F_g = 5834$ ч/год

K_n – коэффициент выполнения норм выработки $K_n = 1,01 - 1,2$

Для расчета выбираем задание производства со следующими параметрами:

Действительный фонд времени $F_g = 2028$ ч/год

Производственная программа, секций в год $N=65$ шт.

Коэффициент выполнения норм выработки, принимаю $K_n=1,2$

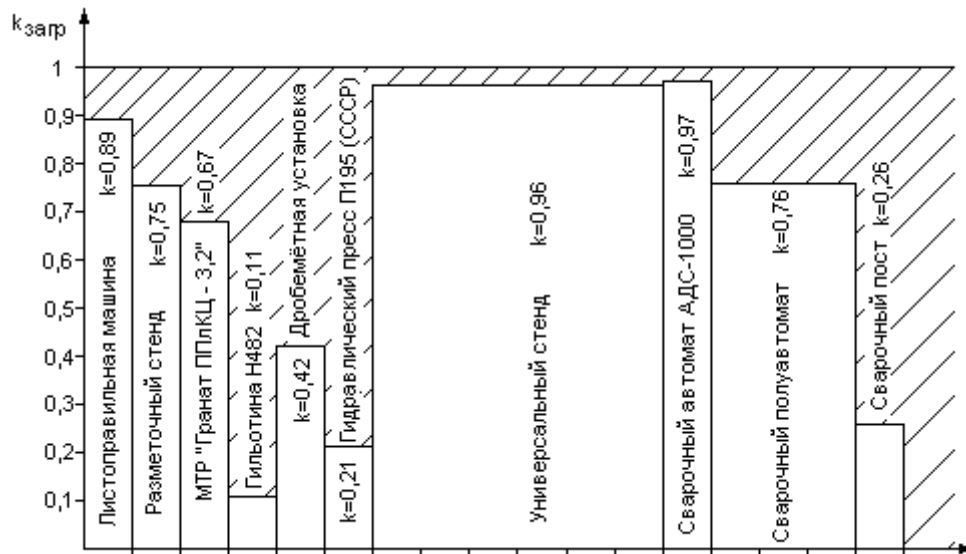
Наименование оборудования	Нормир. трудоёмкость, н.ч.		Кол-во оборудования, шт.		Коэф. загр. оборудования
	На един. изделия	На програму	расчётное	принятое	
1.Листоправильная машина 034247(СССР)	50,0	2000	0,89	1	0,89
2.Разметочный стенд	42,1	1682	0,75	1	0,75
3.МТР “Гранат ППлКЦ – 3,2”	37,9	1516	0,67	1	0,67
4.Гильотина Н482	6,6	264	0,11	1	0,11
5.Дробемётная установка 4 x 10м	23,5	940	0,42	1	0,42
6.Гидравлический пресс П195 (СССР)	11,9	476	0,21	1	0,21
7.Универсальный стенд	326,7	13068	5,8	6	0,96
8.Сварочный автомат АДС-1000	54,4	2176	0,97	1	0,97
9.Сварочный полуавтомат А547У	130,3	5212	2,3	3	0,76
10.Сварочный пост	15	600	0,26	1	0,26
Итого	698,4	27936	12,47	17	0,73

$$\begin{aligned}
 O_1 &= \frac{50 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 0,89 = 1 & k_1 &= \frac{0,89}{1} = 0,89 & O_6 &= \frac{11,9 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 0,21 = 1 & k_6 &= \frac{0,21}{1} = 0,21 \\
 O_2 &= \frac{42,1 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 0,75 = 1 & k_2 &= \frac{0,75}{1} = 0,75 & O_7 &= \frac{326,7 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 5,8 = 6 & k_7 &= \frac{5,8}{6} = 0,96 \\
 O_3 &= \frac{37,9 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 0,67 = 1 & k_3 &= \frac{0,67}{1} = 0,67 & O_8 &= \frac{54,4 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 0,97 = 1 & k_8 &= \frac{0,97}{1} = 0,97 \\
 O_4 &= \frac{6,6 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 0,11 = 1 & k_4 &= \frac{0,11}{1} = 0,11 & O_9 &= \frac{130,3 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 2,3 = 3 & k_9 &= \frac{2,3}{3} = 0,76 \\
 O_5 &= \frac{23,5 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 0,42 = 1 & k_5 &= \frac{0,42}{1} = 0,42 & O_{10} &= \frac{15 \cdot 40}{2028 \cdot 1,1} = 0,26 = 1 & k_{10} &= \frac{0,26}{1} = 0,26
 \end{aligned}$$

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата
------	------	-----------	---------	------

$$k = \frac{12,47}{17} = 0,73$$

График загрузки оборудования при односменной работе.



12 План по труду и заработной плате сборочно-сварочного участка

План по труду и заработной плате сборочно-сварочного участка разрабатывается на основании производственной программы, единицами измерения которой в моей курсовой работе являются нормо-часы (трудовые измерители) и штуки (натуральные измерители).

Наименование показателей	Единицы измерения	Числовое значение
I. производственная программа	шт. н/ч	40 27936
II. численность промышленно-производственного персонала – всего в т.ч. основных рабочих, вспомогательных рабочих, руководителей, специалистов, служащих	чел.	23 17 5 1
III. производительность труда: • Одного промышленно-	шт. н/ч	1,7 1214,6 2,35 1643,3

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата
------	------	-----------	---------	------

K_n – коэффициент выполнения норм выработки

$\Phi_{эфф}$ – эффективный фонд времени

Расчёт эффективного фонда времени основного производственного
рабочего на 2012 год.

Наименование показателей	Дни	Часы
1. календарный фонд времени	366	
2. праздничные и выходные	118	
3. номинальный фонд	248	
4. планируемые невыходы в т.ч.: <ul style="list-style-type: none">• трудовые отпуска• временная нетрудоспособность• учебные отпуска• отпуска по уходу за детьми• выполнение административных и государственных обязанностей и т.д.	50	
5. действительный фонд	198	
6. средняя продолжительность рабочего дня		7,6
7. эффективный фонд времени		1504,8
8. средняя продолжительность месяца		125

$$R_{осн} = \frac{31271,5}{1505 \cdot 1,2} = 17,3$$

Принимаю 17 рабочих.

Вспомогательными называются рабочие которые обеспечивают нормальные условия работы основных рабочих, либо производят продукцию необходимую для выполнения основного производственного процесса.

$$R_{всп} = (25\% - 40\%)R_{осн} = 30\%R_{осн} = 5,1 \text{ чел.}$$

Принимаю 5 рабочих.

Таблица численного и квалификационного состава вспомогательных рабочих

№№ пп	Наименование профессии	Разряд рабочих	Количество рабочих
1	Крановщик	3	1
2	Строповщик	3-4	2
3	Наладчик	4	2
Всего 5			

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

[HTTP://BNBARS.MOY.SU](http://BNBARS.MOY.SU)

Лист
109

Профессия – род трудовой деятельности человека владеющего комплексом специальных теоретических знаний и практических навыков, приобретённых в результате специальной подготовки или опыта рабочего.

Квалификация – степень профессиональной подготовленности рабочего к выполнению конкретного вида работы, квалификация рабочего определяется в первую очередь присвоением разрядов.

Расчёт руководителей, специалистов и служащих.

Специалисты – это работники имеющие законченное высшее или среднее специальное образование. К служащим относятся работники осуществляющие финансово-расчётные, снабженческие, учётные и конторские функции, расчёт может быть произведён:

1. ориентировочно по формуле
2. по нормативам базового предприятия (№ 56.11-1.12.002-92)

$Rp.c.c.=2\% - 3\%(Rocн + Rвсп)=0,66=1$ Принимаю 1 чел.

$Hу=30 \cdot Km=20,1$ $Km=0,67$

Km – коэффициент отражающий специфику работы мастера в целях объединения.

$$Hпр.н. = \frac{Rocн + Rвсc}{Hу} = 1,09 = 1 \text{ Принимаю 1 мастер}$$

14 Расчёт производительности труда

Производительности труда – продуктивность конкретного труда, которая определяется количеством продукции, произведённой за единицу рабочего времени (час, смену, месяц) или же определяется количеством времени затраченным на производство единицы продукции, поэтому производительность труда выступает в 2х значениях – выработка и трудоёмкость.

Выработка – количество продукции в натуральном стоимостном или трудовом измерении, произведённое за единицу времени или приходящееся на одного рабочего – основного, вспомогательного или одного работника из числа промышленно-производственного персонала.

$$Вп.н.н. = \frac{Пр}{Rч.н.н.н.} = \frac{40}{23} = 1,73шт.$$

$$Вч.н.н.н. = \frac{Пр}{Rч.н.н.н.} = \frac{27936}{23} = 1214,6н.ч.$$

$$Восн.р. = \frac{40}{17} = 2,35шт / чел$$

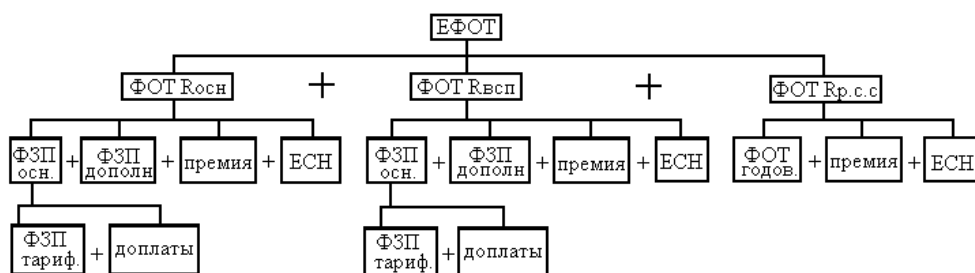
$$Восн.р. = \frac{27936}{17} = 1643,29н.ч.$$

Другими измерителями производительности труда является трудоёмкость – это более точный показатель, который представляет собой сумму всех затрат

живого труда на производство единицы продукции. В затраты живого труда входят: затраты времени основных и вспомогательных рабочих, а также время на обслуживание и управление

$$T = \frac{TR_{осн.} + T_{всп.} + T_{обсл.} + T_{упр.}}{Pr} = \frac{T_{сдель} + T_{повр.} + T_{обсл.} + T_{упр.}}{Pr}$$

15 Расчёт фонда оплаты труда по сборочно-сварочному цеху
Единый фонд оплаты труда (ЕФОТ) участка, цеха, предприятия имеет следующую структуру.



Расчет ФОТ руководителей, специалистов, служащих

№№ пп	Наименование должности	категория	Должностной оклад, тыс. руб..	Годов ФЗП, тыс. руб..	Премия 50%, тыс. руб..	ЕСН, т. тыс. руб..	ФОТ Р.С.С., т. тыс. руб..
1	Производственный мастер	1	1500	18000	9000	6,4	27

$$З/п \text{ среднегод. (Чппп)} = \frac{ФОТ_{чппп}(\text{без ЕСН})}{Ч_{ппп}} = \frac{582,3}{23} = 25,32 \text{ т.тыс. руб..}$$

$$З/п \text{ среднегод. (Rосн)} = \frac{ФОТ_{Rосн}(\text{без ЕСН})}{R_{осн}} = \frac{434,7}{17} = 25,57 \text{ т.тыс. руб.}$$

16 Расчет полной себестоимости секции двойного борта по калькуляционным статьям затрат

Себестоимостью называется совокупность материальных и трудовых затрат в денежном выражении необходимых для производства и реализации продукции. В связи с переходом к рыночной экономике понятие себестоимости иногда трактуется как "издержки производства". Во избежание неточностей в формировании себестоимости правительством было принято постановление за номером №951 "Положение о составе затрат по производству и реализации продукции (работ, услуг) и о порядке формирования финансовых результатов

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

учитываемых при налогообложении прибыли". Себестоимость как качественный показатель характеризует уровень использования всех ресурсов предприятия.

Как экономическая категория себестоимость выполняет ряд важнейших функций:

учет и контроль всех затрат на выпуск и реализацию продукции, себестоимость как база для расчета всех видов цен, себестоимость дает основания для инвестиционных вложений в развитие предприятия, по показателю себестоимости судят об оптимальных размерах предприятия.

Для определения плановой или фактической величины затрат рассчитывается "Смета затрат на производство по экономическим элементам". Эта смета учитывает расходы на весь объем товарной продукции, который должен быть выполнен в плановом периоде по всему ассортименту и номенклатуре.

Смета состоит из следующих экономических элементов:

- 1 Основные сырье и материалы
- 2 Вспомогательные материалы и полуфабрикаты собственного производства
- 3 Топливо и энергия всех видов
- 4 Основная заработная плата
- 5 Дополнительная заработная плата
- 6 ЕСН
- 7 Амортизация основных фондов
- 8 Контрагентские поставки и работы (только в судостроении)
- 9 Прочие расходы

Для определения себестоимости единицы конкретного вида изделия рассчитывается себестоимость по калькуляционным статьям затрат

Калькуляция себестоимости секции двойного дна.

№№ пп	Наименование калькуляционных статей	Единицы измерения	Числовое значение	Структура себестоимости, %
1	Основные материалы	тыс. руб..	441200	71,3
2	Вспомогательные материалы	% тыс. руб..	5 22000	3,6
	Итого материала	тыс. руб..	463200	74,9
3	Основная заработная плата основных производственных	тыс. руб..	5724	0,9

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

4	рабочих Дополнительная заработная плата	% тыс. руб..	63,8 3652	0,6
5	основных производственных рабочих ЕСН	% тыс. руб..	35,8 3357	0,5
6	Итого заработная плата	тыс. руб..	12733	2
7	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО) Цеховые расходы (ЦР)	% тыс. руб.. % тыс. руб..	1028 58843 2149 123009	9,5 19,9
8	Цеховая себестоимость Общезаводские расходы (ОЗР)	тыс. руб.. %	593619 427	95,9 3,4
9	Производственная себестоимость Коммерческие (внутризаводские расходы)	тыс. руб.. % тыс. руб..	618060 0,1 618	99,9 0,1
	Полная себестоимость	тыс. руб..	618678	100

Статья "Основные материалы"

В данную статью включается стоимость листовой стали и проката за вычетом производственных отходов.

Расчет чистового и чернового веса секции двойного борта.

№№ пп	Марка материала и разм. листов стали, см	Кол- во листов	Удельн. вес стали	Черновой вес констр. А _{черн.} кг	КИМ	Чистовой вес констр. А _{чистов.} кг
1	09Г2 1,4 x 320 x 1200	1	7,8	4193	0,85	3564
2	09Г2 1,4 x 320	1	7,8	5591	0,8	4473

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

	x 1600					
3	09Г2 1,4 x 200 x 800	1	7,8	1747	0,4	699
4	09Г2 1,2 x 160 x 600	1	7,8	899	0,4	360
5	09Г2 1,1 x 200 x 800	1	7,8	176	0,98	173
6	09Г2 1,1 x 200 x 800	2	7,8	2746	0,9	2471
7	09Г2 1,1 x 200 x 800	1	7,8	1373	0,92	1263
8	09Г2 1,1 x 200 x 800	1	7,8	1373	0,4	549
9	09Г2 1 x 200 x 800	3	7,8	3744	0,98	3669
10	09Г2 1 x 200 x 800	1	7,8	1248	0,95	1186
11	09Г2 1 x 200 x 800	2	7,8	2496	0,9	2246
12	09Г2 1 x 200 x 800	2	7,8	2496	0,7	1747
13	09Г2 1 x 200 x 800	6	7,8	7488	0,85	6365
14	09Г2 1 x 200 x 800	1	7,8	1248	0,8	998
15	09Г2 1 x 200 x 800	2	7,8	2496	0,90	2246
16	09Г2 0,8 x 200 x 800	2	7,8	1997	0,98	1957
17	09Г2 0,8 x 200 x 800	1	7,8	998	0,8	798
18	09Г2 0,8 x 240 x 1000	1	7,8	1498	0,7	1049
19	09Г2 0,6 x 200 x 800	1	7,8	749	0,25	187
20	09Г2 0,5 x 200 x 800	1	7,8	624	0,35	218
Итого		32		45179		36218

Стоимость листовой стали на секцию двойного дна

С лист. = Ачерн. · m – Вотх. · n

А черн. – черновой вес листовой стали (в тоннах)

m – цена 1т корпусной стали (условно m = 8 – 10 т.р./1т)

В отх. – вес производственных отходов при разметке и резке листовой стали

Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата

[HTTP://BNBARS.MOY.SU](http://BNBARS.MOY.SU)

Лист

114

$V_{отх.} = A_{черн.} - A_{чист.}$

n – цена 1т производственных отходов (1,2 – 1,5 т.р./1т)

$n=1,2$ т.р./т. $m=10$ т.р./т.

$V_{отх.} = A_{черн.} - A_{чист.} = 45,2 - 36,2 = 9$ тонн

$C_{м^{лист}} = A_{черн.} \cdot m - V_{отх.} \cdot n = 45,2 \cdot 10 - 9 \cdot 1,2 = 441,2$ т.р.

$C_{м^{вспом}} = 5\% C_{м^{лист}} = 22$ т.р.

Статья "Вспомогательные материалы"
кислого газа, электроэнергии.

$C_{м.всп.} = 3 - 5\% \cdot C_{м.осн.} = 5\% \cdot 441037 = 22000$ тыс. руб..

Итого материалы = $C_{м.осн.} + C_{м.всп.} = 441200 + 22000 = 463200$ тыс. руб..

Статья "Основная заработная плата"

Заработная плата – вознаграждение за труд. В данной статье рассчитывается основная заработная плата производственных рабочих на единицу изделия, т.е. на одну секцию двойного борта, исходя из нормируемой трудоемкости.

№№ пп	Наименование операций	Разряд работников	Нормируемая трудоемкость на изделие, н/ч	ЧТС сдельная, тыс. руб..	ФЗП тариф., тыс. руб..	Доплаты 10%	ФЗП основн., тыс. руб..
1	Правка	2	50	6,8	340	34	374
2	Разметка и маркировка	3	18,6	7,47	138,95	13,9	153
3	Разметка и маркировка	2	23,45	7,47	159,45	15,9	175
4	Тепловая резка и маркировка на ЧПУ	3	21,55	7,47	160,975	16	177
5	Тепловая резка и маркировка на ЧПУ	4	16,35	6,8	134,4	13,4	148
6	Резка на гильотине	3	6,6	8,22	49,3	4,9	54
7	Очистка и	2	23,5	7,47	159,8	16	176

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

[HTTP://BNBARS.MOY.SU](http://BNBARS.MOY.SU)

Лист

115

	грунтовка						
8	Гибка	3	6,525	6,8	48,75	4,9	54
9	Гибка	4	5,375	7,47	44,17 5	4,4	49
10	Сборка	3	195,1	6,8	1457, 4	145,7	1603
11	Сборка	4	131,6	8,22	1081, 75	108,2	1190
12	Автоматическая сварка	3	54,4	7,47	406,3 75	40,6	447
13	Полуавтомат. сварка	2	130,3	8,22	886,0 5	88,6	975
14	Ручная сварка	5	15	9,02	135,3	13,5	149
ИТОГ					5204	520	5724

Доплаты к тарифной заработной плате составляют 10%

Доплата = 10% · 5203 = 520 тыс. руб..

Заработная плата основная равна

ФЗПосн. = ФЗПтариф. + Доплаты = 5204 + 520 = 5724 тыс. руб..

Статья "Дополнительная заработная плата"

Дополнительной называется заработная плата не связанная с трудовой деятельностью, но гарантированная законодательством.

ФЗПдоп. = ФЗПосн. · а%

а% - дополнительная заработная плата по конкретному цеху (ц. 5 – 63,8%)

ФЗПдоп. = 5723 · 0,638 = 3652 тыс. руб..

ЕСН = (ФЗПосн. + ФЗПдоп.) · 35,8% = (5723 + 3651) · 35,8% = 3357 тыс. руб..

Итого заработная плата = ФЗПосн. + ФЗПдоп. + ЕСН = 5723 + 3651 + 3356 = 12733 тыс. руб.

Статья "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования"

Эта статья включает затраты на амортизацию оборудования, его ремонт, основная и дополнительная заработная плата ремонтного персонала, стоимость запасных частей и ГСМ, расходы по ТБ и др.

$$PCЭO = \Phi3Пocн. \cdot B\%$$

B% - процент PCЭO данного цеха (ц. 5 – 1028%)

$$PCЭO = 5724 \cdot 10,28 = 58843 \text{ тыс. руб.}$$

Статья "Цеховые расходы"

Амортизация основных фондов цехового назначения.

Содержание цеха: отопление, освещение, ремонт; основная и дополнительная заработная плата руководителей, специалистов, служащих цехового назначения, расходы по ТБ, отпускные, командировочные и др.

$$ЦP = \Phi3Пocн. \cdot C\%$$

C% - процент цеховых расходов (ц. 5 – 2149%)

$$ЦP = 5724 \cdot 21,49 = 123009 \text{ тыс. руб.}$$

Цеховая себестоимость = Итого материалы+Итого заработная плата+PCЭO+ЦP = 463200+12733+58843+123009 = 593619 тыс. руб..

Статья "Общезаводские расходы"

Статья включает затраты на амортизацию основных фондов общезаводского значения, основная и дополнительная заработная плата административно-управленческого персонала предприятия, а также специалистов, служащих;

Содержание: отопление, освещение, ремонт и хозяйственные работы, телеграфные и конторские расходы, содержание служебного транспорта, представительские расходы.

$$OЗP = \Phi3Пocн. \cdot d\%$$

d% - 427%

$$OЗP = 5724 \cdot 4,27 = 24441 \text{ тыс. руб.}$$

Производственная себестоимость $S_{пр} = \text{Цеховая себестоимость} + OЗP = 593619 + 24441 = 618060 \text{ тыс. руб.}$

Статья "Коммерческие расходы"

Включает затраты на оформление сопроводительной документации, рекламу, транспортные расходы, охрана и др.

$$КР = Spr \cdot 0,1\% = 618060 \cdot 0,001 = 618 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица технико-экономических показателей технологического процесса изготовления секции двойного дна

№№ пп	Наименование калькуляционных статей	Единицы измерения	Числовое значение	Структура себестоимости, %
1	Основные материалы	тыс. руб..	441200	71,3
2	Вспомогательные материалы	% тыс. руб..	5 22000	3,6
3	Итого материала	тыс. руб..	463200	74,9
4	Основная заработная плата основных производственных рабочих	тыс. руб.. %	5724 63,8	0,9
5	Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих ЕСН	тыс. руб.. %	3652 35,8	0,6
6	Итого заработная плата	тыс. руб.. %	12733 1028	2
7	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО) Цеховые расходы (ЦР)	тыс. руб.. %	58843 2149	9,5
8	Цеховая себестоимость	тыс. руб.. %	593619 427	95,9
	Общезаводские расходы (ОЗР)	тыс. руб..	24441	3,4
9	Производственная себестоимость	тыс. руб..	618060	99,9
	Коммерческие (внутризаводские расходы)	% тыс. руб..	0,1 618	0,1
	Полная	тыс. руб..	618678	100

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата
------	------	-----------	---------	------

	себестоимость			
--	---------------	--	--	--

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

[HTTP://BNBARS.MOY.SU](http://BNBARS.MOY.SU)

17 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила классификация и постройки морских судов/Регистр СССР. Л.: Транспорт, 1986. 928 с.
2. Российский Речной Регистр. Правила (в 4-х томах). Т. 2. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания (ПСВП): ч. I «Корпус», ч. V «Материалы и сварка». «По Волге», 2002 г.
3. Г. В. Егоров. А.Ф. Чабан. Н.В. Автутов. Сухогрузные суда смешанного плавания «Волго-Дон макс» класса типа «Челси» Судостроение №2(28), 2009
4. Постнов В. А., Хархурим И. Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций. Л., «Судостроение», 1974. 344 с.
5. Опыт внедрения программного комплекса ShipModel на судостроительных предприятиях. «Автоматизация проектирования», №3, 2008.
6. В.В.Осипенко, А.М.Лузырев, Г.А.Тумашик Реализация метода конечных элементов в исследованиях прочности и несущей способности сложных судовых конструкций журнал «ANSYS Solution. Русская редакция», весна, 2008.
7. Барабанов Н. В. Конструкция корпуса морских судов: Учебник. - 4-е изд.» перераб. и доп. В двух томах. Том 1. Общие вопросы конструирования корпуса судна. - СПб.: Судостроение, 1993. - 304 с, ил.
8. Барабанов Н. В. Конструкция корпуса морских судов: Учебник - 4-е изд., перераб. и доп. В двух томах. Том 2. Местная прочность и проектирование отдельных корпусных конструкций судна. - СПб.: Судостроение, 1993. - 336 с, ил.
9. Чиняев И. А. Судовые системы. Учебник. М.: Транспорт, 1984. 216 с.
10. Чиняев И. А. Судовые вспомогательные механизмы. Учебник. М.: Транспорт, 1989. 295 с.
11. Грицай Л. Л. Справочник судового механика (в 2-х т.). Т.1. М.: Транспорт, 1973. 696 с.
12. СА-03-004-07. Расчет на прочность сосудов и аппаратов.
13. ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата		126

- 14.ГОСТ 25221-82. Сосуды и аппараты. Днища и крышки сферические неотбортованные. Нормы и методы расчета на прочность.
- 15.ГОСТ 26202-84. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок.
- 16.ГОСТ 24755-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий.
- 17.РД 26-15-88. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность и герметичность фланцевых соединений.
- 18.РД РТМ 26-01-96-83. Крышки и днища плоские круглые с радиальными ребрами жесткости сосудов и аппаратов.
- 19.РД 26-01-169-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность днищ в местах крепления опор-стоек.
- 20.РД 5.0228-79 НОТ. Организация рабочих мест основных рабочих сборочно-сварочного цеха
- 21.РД 5.0241-91 ССБТ. Безопасность труда при строительстве и ремонте судов. Основные положения
- 22.РД 5.0308-80 ССБТ. Освещение искусственное на судостроительных предприятиях. Общие требования
- 23.ОСТ 5.0330-84 ССБТ. Погрузочно-разгрузочные работы при строительстве и ремонте судов. Требования безопасности
- 24.РД 5.0496-87 ССБТ. Средства индивидуальной защиты работающих. Порядок обеспечения, хранения и ухода
- 25.ОСТ 5.1058-88 Базы корпусных конструкций и корпусов судов. ОСТ 5.1181-87 Типовые техпроцессы изготовления фальшбортов, козырьков, комингсов, ветроотбойников, фундаментов, рам агрегатирования и мачт
- 26.ОСТ 5.9079-80 КСКК. Деформации местные сварных корпусных конструкций. Нормы и методы контроля
- 27.РД5.9092-81 Корпуса стальных судов. Основные положения по технологии изготовления

- 28.РД 5.9126-83 Сварка в судостроении и судоремонте. Правила аттестации сварщиков
- 29.ОСТ 5.9324-89 КСКК. Корпуса металлических судов. Технические требования к проверочным работам при изготовлении узлов и секций
- 30.РД5.9621-89 Корпуса металлических судов. Основные положения по технологии правки
- 31.РД 5.9823-80 ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности
- 32.РД 5.9854-80 ССБТ. Безопасность труда при сварке на поточно-механизированных линиях. Общие требования
- 33.ОСТ 5.9912-83 Корпуса стальных надводных судов. Типовые технологические процессы изготовления узлов и секций корпуса

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		122