

Белорусский национальный технический университет

Факультет энергетического строительства

Кафедра «Гидротехническое и энергетическое строительство, водный транспорт и гидравлика»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
«Гидротехническое и энергетическое
строительство, водный транспорт
и гидравлика»

_____ Качанов И.В.

_____ 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета энергетического
строительства

_____ Ивашечкин В.В.

_____ 2019 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Оборудование судоремонтного производства

для специальности 1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация
водного транспорта»

Составители: старший преподаватель И.М. Шаталов
профессор, д.т.н. И.В. Качанов
старший преподаватель М.К. Щербакова
профессор, к.т.н. А.М. Якимович

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета факультета энергетического строительства
27 мая 2019 г.
протокол N 9

Перечень материалов

Электронный учебно-методический комплекс (УМК) содержит основные сведения о новейших видах судоремонтного производства. В ЭУМК приведены основные технологии, техника, станки и инструменты, применяемые в современном судоремонте и судостроении.

ЭУМК содержит три раздела. В теоретическом разделе представлен лекционный материал в соответствии с основными разделами и темами учебной программы. Раздел контроля знаний включает контрольные вопросы. Вспомогательный раздел содержит выдержки из учебной программы, рекомендуемую литературу.

Пояснительная записка

Цели УМК – самостоятельная теоретическая и практическая подготовка студентов в сфере судостроения, технической эксплуатации и ремонта объектов водного транспорта Республики Беларусь; освоение ими основных видов судоремонтного производства, а также методов целенаправленного использования современной техники, станков и инструментов для проведения любых видов судоремонтных работ.

Особенности структурирования и подачи учебного материала

Электронный учебно-методический комплекс содержит лекционные материалы для самостоятельного изучения дисциплины, содержащий следующие разделы: 1. Материалы, применяемые в судоремонтном производстве; 2. Ремонт металлических корпусов и надстроек судов; 3. Ремонт судовых дизельных двигателей; 4. Ремонт судовых котлов; 5. Ремонт судовых вспомогательных механизмов; 6. Ремонт и изготовление судовых трубопроводов; 7. Ремонт валопроводов, движителей и насадок; 8. Ремонт рабочих устройств дноуглубительных снарядов и гидроперегрузателей; 9. Ремонт скоростных судов; 10. Ремонт судового электрооборудования; 11. Ремонт судового радиооборудования.

Рекомендации по организации работы с ЭУМК – рекомендуется использовать при изучении дисциплины дифференцированный подход и изучать теоретический раздел по темам соответствующим отдельным видам судоремонтного производства. В свою очередь изучение каждого вида судоремонтного производства совместить с освоением техники, станков и инструментов, применяемых в конкретной судоремонтной операции.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СУДОРЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	7
1.1 Углеродистая сталь	7
1.2 Легированная сталь.....	8
1.3 Чугуны.....	9
1.4 Сплавы алюминия	9
1.5 Антифрикционные легкоплавкие сплавы (баббиты)	9
1.6 Судокорпусная сталь	9
1.7 Сталь для судовых валов, якорей и якорных цепей	9
1.8 Детали судовых двигателей	9
1.9 Детали топливной аппаратуры	10
1.10 Породы дерева, применяемые в судостроении и судоремонте.....	10
1.11 Судовые изделия из пластмассы	10
2 РЕМОНТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОРПУСОВ И НАДСТРОЕК СУДОВ... ..	12
2.1 Повреждение элементов корпусов при эксплуатации судов.....	12
2.2 Методы измерения и нормирование износов элементов корпуса	15
2.3 Подготовительные и вспомогательные работы	19
2.4 Восстановление непроницаемости корпуса. Правка корпусных конструкций.....	24
2.5 Технология ремонта и замены изношенной обшивки, набора и кованых деталей корпуса.....	28
2.6 Оборудование корпусообрабатывающих участков судоремонтных предприятий.....	32
3 РЕМОНТ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	41
3.1 Подготовка дизелей к ремонту	41
3.2 Ремонт фундаментных рам и блоков цилиндров.....	42
3.3 Ремонт коленчатых валов.....	42
3.4 Ремонт шатунов.....	43
3.5 Ремонт цилиндровых втулок и поршней	44
3.6 Ремонт распределительного вала и кулачковых шайб.....	44
3.7 Ремонт подшипников скольжения	44
3.8 Ремонт топливных насосов	45
3.9 Ремонт форсунок.....	46
3.10 Укладка коленчатых валов в подшипники.....	47
3.11 Сборка деталей шатунно-поршневой группы.....	47
4 РЕМОНТ СУДОВЫХ КОТЛОВ.....	48
4.1 Износы, повреждения и дефектация судовых котлов	48
4.2 Технология ремонта судовых котлов.....	48
4.3 Ремонт теплообменных аппаратов	50
5 РЕМОНТ СУДОВЫХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ	53

5.1	Повреждение основных деталей судовых механизмов. Организации их ремонта.....	53
5.2	Ремонт центробежного насоса.....	53
5.3	Ремонт шестерного насоса.....	55
5.4	Ремонт брашпиля и лебедки.....	55
5.5	Ремонт рулевых машин и рулевого устройства.....	55
5.6	Ремонт якорного, швартовного, буксирного и шлюпочного устройств.....	56
6	РЕМОНТ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ СУДОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.....	57
6.1	Износы, повреждения, дефектация и демонтаж трубопроводов.....	57
6.2	Основные методы ремонта трубопроводов и их элементов.....	57
6.3	Антикоррозионная защита трубопроводов и изоляция.....	58
6.4	Монтаж и испытание трубопроводов.....	59
7	РЕМОНТ ВАЛОПРОВОДОВ, ДВИЖИТЕЛЕЙ И НАСАДОК.....	60
7.1	Повреждения. Дефектация валопроводов, винторулевого комплекса и их деталей.....	60
7.2	Ремонт деталей валопроводов и движительного-рулевого комплекса ...	60
7.3	Пробивка осевых линий валопроводов, их сборка и центрирование.....	61
7.4	Сборка и проверка установки осевой линии валопроводов и движительно-рулевых комплексов.....	62
8	Ремонт рабочих устройств дноуглубительных снарядов и гидроперегрузателей.....	64
8.1	Износы и повреждение деталей рабочих устройств гидроперегрузателей и дноуглубительных снарядов.....	64
8.2	Ремонт грунтоприемных устройств грунтовых насосов пульпопроводов землесосного снаряда.....	64
8.3	Ремонт свайных устройств свайно-папильонажных дноуглубительных снарядов.....	66
8.4	Восстановление и ремонт черпаковых устройств.....	67
8.5	Ремонт экскаваторного оборудования штанговых и грейферных дноуглубительных снарядов.....	68
8.6	Ремонт передач, деталей оперативных лебедок и направляющих устройств.....	69
9	Ремонт скоростных судов.....	72
9.1	Технологическая характеристика объектов ремонта.....	72
9.2	Ремонт корпусов и надстроек.....	73
9.2.1	Обработка алюминиевых сплавов.....	73
9.2.2	Сварочные работы.....	73
9.2.3	Клепка.....	74
9.2.4	Правка судовых конструкций.....	74
9.3	Ремонт покрытий и отделки судовых помещений.....	75
9.4	Ремонт крыльевых устройств.....	76
9.5	Ремонт гребных винтов.....	77
9.6	Ремонт валопроводов.....	78
9.7	Ремонт водометных движительно-рулевых комплексов.....	79

9.7.1	Устранение повреждений цилиндрической части водометной трубы	79
9.7.2	Смена кронштейна и дейдвудной трубы.....	79
9.8	Специальные средства технологического оснащения для ремонта ДРК скоростных судов	81
10	РЕМОНТ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	89
10.1	Неисправности и дефектация судовых электрических машин	89
10.1.1	Повышенное нагревание машины.....	89
10.1.2	Повышенная вибрация	90
10.2	Ремонт электрических машин.....	91
10.2.1	Разборка и сборка машин.....	92
10.2.2	Промывка машин	92
10.2.3	Сушка машин	92
10.2.4	Ремонт обмоток.....	93
10.2.5	Ремонт коллекторов, контактных колец и щеточного аппарата..	93
10.2.6	Ремонт сердечников.....	94
10.3	Ремонт электрических аппаратов, распределительных устройств и аккумуляторов	94
10.3.1	Электрические аппараты.....	94
10.3.2	Распределительные устройства	95
10.3.3	Аккумуляторные батареи.....	95
10.4	Ремонт судовых электрических сетей.....	95
11	Ремонт судового радиооборудования	96
11.1	Организация ремонта.....	96
11.2	Технология ремонта судового радиооборудования	97
11.3	Радиоизмерительные приборы для ремонта судового радиооборудования	98

Введение

Суть судоремонтного производства заключается в том, чтобы свести судоремонт к замене изношенных узлов, механизмов или элементов судов, заранее отремонтированных или изготовленными узлами, механизмами и элементами в специальных цехах или на участках судостроительных и судоремонтных предприятий.

Виды судоремонтных работ:

- ремонт металлических корпусов и надстроек судов;
- ремонт судовых изделий;
- ремонт судовых вспомогательных механизмов к которому относится ремонт центробежных и шестеренных насосов, ремонт брашпиля лебедки, ремонт рулевых машин и рулевого устройства, ремонт якорного, швартового и буксирующего, шлюпочного устройств;
- ремонт и изготовление судовых трубопроводов;
- ремонт валопроводов движителей и насадок;
- ремонт рабочих устройств, дноуглубительных снарядов и гидроперегрузателей;
- ремонт судового электрооборудования, к которому относится: ремонт электромашин, аппаратов, распределительных устройств и аккумуляторов, а также судовых электрических сетей;
- ремонт судового радиооборудования.

В зависимости от вида ремонта выбирается то или иное оборудование. Под взаимозаменяемостью изделий в ремонте понимаются свойства одинаковых деталей, узлов или агрегатов машин, механизмов, аппаратов и других конструкций, позволяющих собирать или заменять их без предварительной подгонки. Взаимозаменяемость связана с конструктивными требованиями технологии производства и техническими (контроля). Для обеспечения взаимозаменяемости деталей размеры их сопрягаемых поверхностей изготавливаются заранее установленными допусками на неточность изготовления. Значение допуска и расположение поля допуска связаны с характером соединения (с посадкой).

1 МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СУДОРЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В судоремонте и судостроении применяются металлические, деревянные, полимерные или пластмассовые материалы.

Металлические материалы применяются в судоремонте:

- углеродистая сталь обыкновенного качества;
- качественная конструкционная углеродистая сталь;
- углеродистые инструментальные стали;
- легированные конструкционные стали;
- легированные инструментальные стали и твердые сплавы;
- чугуны;
- сплавы алюминия;
- медь и сплавы меди;
- антифрикционные легкоплавкие сплавы(баббиты);
- судокорпусная сталь;
- сталь для судовых валов, якорей и якорных цепей.

Углеродистая сталь обыкновенного качества (ГОСТ380-71) делится на три группы:

1. Сталь группы «А» (применяется для изделий, не подвергаемых сварке и термообработке)
2. Сталь группы «Б» (применяется для изделий, подвергаемых термообработке)
3. Сталь группы «В» (применяется для изделий, подвергаемых и сварке, и термообработке и изделий, подвергаемых расчету на прочность)

В зависимости от набора нормируемых показателей сталь группы «А» подразделяется на три категории, группы «Б» на две, группы «В» на шесть. В марке стали указывают индекс группы, собственную марку стали, индексы «КП» или «ПС», или «СП», указывающие на степень раскисления, а также номер категории. Например, обозначения марок сталей группы «А», «Б», «В» выглядит следующим образом

- «А» – СТЗкп2;
- «Б» – БСТсп2;
- «В» – ВСТЗсп4.

1.1 Углеродистая сталь

Качественная конструкционная углеродистая сталь по виду обработки делится на горячекатаную и кованную, калиброванную и серебрянку (сталь со специальной отделкой поверхности). В зависимости от механических свойств эта сталь делится на 5 категорий (1, 2, 3, 4, 5). Сталь категории 1 – без испытания механических свойств, все остальные категории с испытанием. Механические свойства качественной стали приводятся в таблицах литературы. При отсутствии требований к виду испытаний качественную сталь поставляют только 2 категории. Качественную сталь могут поставлять

без термообработки, термически обработанной, и нагартованной. В зависимости от значения качественную сталь делят на 2 подгруппы:

а – сталь для горячей обработки;

б – для холодной механической обработки.

Обозначения качественной стали.

Например, сталь марки 30-2а (массовая доля углерода 0,3 %). Вторая категория подгруппы «а» без термообработки. 45-4-б-Т. Массовая доля углерода 0,45 %, Т – с термообработкой, 4 категория, подгруппа «б».

Углеродистые инструментальные стали делятся на качественную (У7-У13) и высококачественную (У7А-У13А) отличающиеся количеством вредных примесей. Из этих сталей изготавливают режущий, мерительный, штамповый инструменты, а также детали технологической оснастки работающего при невысоких температурах (ниже 150 °С). К положительным качествам высокоуглеродистой стали относят возможность получения высокой твердости и низкую стоимость. К недостаткам невысокую теплостойкость и низкую прокаливаемость.

1.2 Легированная сталь

Легированные конструкционные стали предназначены для изготовления различных деталей машины. Эти стали делятся на цементируемые, азотируемые, рессорно-пружинные, шариково-подшипниковые литейные. Марки этих сталей приведены в справочнике по ремонту судов.

Из *цементируемых сталей* изготавливаются, как правило, зубчатые стержни, поршневые пальцы, кулачные шайбы.

Рессорно-пружинные стали можно применять в коленчатых валах, шатунах и т.д. для изготовления и ремонта деталей, судовых и крановых механизмов (якорей, крылаток, корпусов грунтовых насосов, тормозных барабанчиков, кранов и т.д.) применяют углеродистые и низколегированные стали.

Легированные-инструментальные стали и твердые сплавы используют в зависимости от назначения в режущих, мерительных, ударных инструментах и для штампов. Для режущих инструментов используют низколегированные стали двух групп (с невысокой теплостойкостью и теплостойкие). Эти стали, марки ХФ, ХС, ХВГ и т.д., используют в ленточных и дисковых пилах, в сверлах, метчиках, плашках и т.д.

Пластинами из *быстрорежущих сталей* оснащают: резцы, долбяки, фрезы, протяжки, шевера и т.д. Стали этой группы характеризуются повышенной вязкостью необходимой для предупреждения поломок и выкрашиваний инструмента, а также высокой прокаливаемостью и закаливаемостью в горячих средах.

1.3 Чугуны

В судоремонтном производстве чаще всего используют серые чугуны с пластинчатым графитом, высокопрочные чугуны с шаровидным графитом, а также антифрикционные и различные износостойкие чугуны. Как правило серые чугуны имеют марку СЧ, высокопрочные чугуны – ВЧ, антифрикционные – АЧС, АВЧ, износостойкие- ИЧХ.

1.4 Сплавы алюминия

Алюминиевые сплавы применяются при изготовлении корпусов судов на подводных крыльях и на воздушной подушке (сплавы типа АМГ, реже дюральалюмины), детали судовых изделий (сплавы типа АЛ, АК, АО), судовой арматуры (АЛ), дельных вещей (АЛ).

1.5 Антифрикционные легкоплавкие сплавы (баббиты)

Баббиты применяют для заливки вкладышей и подшипников, главных и вспомогательных двигателей, подшипников судовых валопроводов и вспомогательных механизмов. Их подразделяют на высокооловянистые, малооловянистые и безооловянистые, основа которых составляет свинец.

1.6 Судокорпусная сталь

ГОСТ 5521-86 на свариваемую сталь для судостроения предусматривает возможность применения для корпусов судов и других конструкций судна, как углеродистых, так и ряда низколегированных сталей. Ряд судокорпусных низколегированных сталей выпускается в соответствии с ведомостными ТУ. В судостроении и судоремонте используют следующие марки судокорпусной стали: углеродистые стали (С, ВСт), легированные стали (Г, ХСНД), высокопрочные свариваемые стали (Х2ГМР, ХМНДФР). Кипящую сталь (ВСтЗкП), как правило, в судостроении применяют для изготовления лишь неответственных слабонагруженных деталей (трапы, ограждения, выгородки).

1.7 Сталь для судовых валов, якорей и якорных цепей

На судах внутреннего плавания в основном используют якоря Матросова и Холла. Материалом для литых якорей этого типа служит литейная сталь (25Л, 30ГСЛ), литейная или кованная сталь (ВСтЗсп). Якорные цепи, как правило, используют углеродистый стали (СтЗ, ВСт), а также легированные стали и углеродистые стали различной прочности.

1.8 Детали судовых двигателей

Коленчатые валы шатуны, шатунные болты, изготавливают, как правило, из качественной и легировочной конструкционной стали, цилиндрованные втулки из серого чугуна (СЧ), втулки быстроходных дизелей из сталей конструкционных легированных, поршни судовых изделий из

чугуна или алюминиевых сплавов, поршневые кольца являются ответственными деталями дизелей, поэтому их изготавливают чаще всего из легированного серого чугуна, содержащего хром, никель, молибден, титан, вольфрам и ванадий. Поршневые пальцы судовых дизелей чаще всего изготавливают из цементируемой стали. Детали газораспределения (распределительные валы и кулачные шайбы) изготавливают из цементируемых сталей последующей цементации и закалки или из среднеуглеродистых сталей с последующей индукционной закалкой, выпускные клапаны – из жаростойких сталей (мартенситного и аустенитного класса), пружины клапанов – из пружинной стали.

1.9 Детали топливной аппаратуры

К ним относятся плунжеры, втулки плунжера, нагнетательные клапаны. Седло клапана, корпус распределителя, игла распределителя и т.д. Изготавливают из сталей 3 видов: высокоуглеродистой, среднеуглеродистой, низкоуглеродистой.

1.10 Породы дерева, применяемые в судостроении и судоремонте

В судостроении и судоремонте применяют древесину различных пород: древесину мягких пород (сосна, кедр, ель), древесину твердых пород (дуб, бук, сень).

Для обшивки трюмов, палубных настилов, обрешетника, каркасов, судовой мебели чаще всего используют хвойные породы.

Для изготовления привальных брусьев, внутренней обшивки корпуса и переборок используется ель, которая хорошо сохраняется в воде.

Для отделки судовых помещений и изготовления мебели используют твердые породы (дуб, бук), а также березу. Однако береза во влажном состоянии быстро загнивает и легко разбухает, поэтому ее применяют в основном в виде фанеры.

Для отделочных работ путем фанерования используют также твердые ценные породы древесины (ясень, орех карельская береза, красное дерево).

1.11 Судовые изделия из пластмассы

Пластмассу в судостроении и судоремонте используют для изготовления и ремонта шлюпок, катеров рубок, надстроек судов и т.д. В изделиях из пластмасс применяются следующие материалы:

- фенопласты (общего назначения типа О, электроизоляционные типа Э, влагохлестостойкие типа В, влагостойкие типа Ж);
- аминопласты;
- стеклопластики (АГ-4В, АГ-4С);
- полиамиды;
- полиэтилены (ВД, НД);
- полипропилен;

- полистерол;
- поликарбонатдифлон;
- винепласт;
- поливинилхлорид.

В судостроении и судоремонте кроме вышеперечисленных пластмасс используют также порошковые полимерные покрытия, которые обладают высокими декоративными, электроизоляционными и антикоррозионными свойствами. При нанесении полимерных порошковых покрытий чаще всего используются следующие материалы:

- поливинилбутеральная порошковая краска (ПВЛ-212, ПВЛ-212с) – защитно-декоративное покрытие для эксплуатации внутри помещения;
- эпоксидная порошковая краска (П-ЭП-177) (серого цвета) – антикоррозийные электроизоляционные атмосферостойкие покрытия;
- порошки из полиамидов (ПП-610, АК80/20) – антифрикционные покрытия;
- порошок пенопласта типа А – химически и теплостойкие покрытия с антифрикционными свойствами.

2 РЕМОНТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОРПУСОВ И НАДСТРОЕК СУДОВ

2.1 Повреждение элементов корпусов при эксплуатации судов

Повреждения обшивки и корпусных конструкций можно подразделить на 3 основных вида:

1) износ, вызванный коррозией и эрозией, т.е. постепенным разрушением и утонением металла вследствие химических, биохимических и электрохимических процессов, ударов жидких и твердых частиц, а также при кавитации;

2) деформация обшивки и набора без нарушения целостности элементов корпуса, появляющиеся в результате столкновения корпуса судна с внешними предметами в процессе эксплуатации или нарушения технологии постройки и ремонта судна;

3) разрушения отдельных элементов как результат аварийных происшествий и недостаточной местной или общей прочности корпуса судна.

При коррозионно-эрозионном изнашивании корпусов судов различают:

общую коррозию (рисунок 2.1, а), в этом случае происходит относительно равномерное разрушение металла по всей поверхности;

местную коррозию, когда поражаются лишь отдельные участки поверхности металла. По степени сосредоточенности местную коррозию делят на подвиды: коррозия пятнами (рисунок 2.1, б) и язвенная коррозия (рисунок 2.1, в); точечную коррозию – это начало язвенной коррозии (рисунок 2.1, г); межкристаллитную коррозию (рисунок 2.1, д), т.е. разрушение на границах между кристаллами металла.

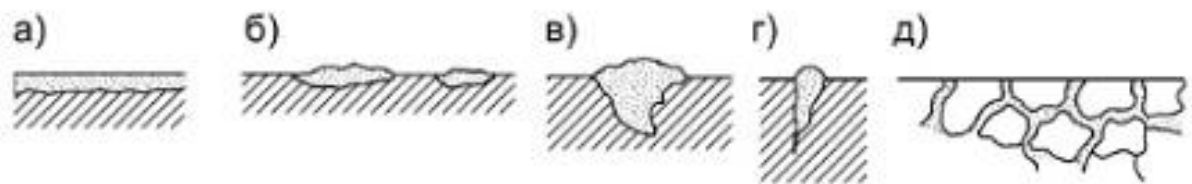


Рисунок 2.1 – Основные виды разрушений коррозии

Коррозионные процессы, исходя из их физико-химического характера, подразделяют на два типа: химическую и электрохимическую коррозию. Кроме того, встречается еще биохимическая коррозия – процесс разрушения металла, вызванной жизнедеятельностью различных микроорганизмов, использующих металл как питательную среду, или выделяющих продукты, разрушающие металл. Биокоррозия обычно развивается в условиях морской воды.

Коррозия обшивки и других элементов корпуса судна зависит от ряда внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относят среду, в которой протекает процесс коррозии, т.е. химический состав и температура

воды, а также скорость ее относительно корпуса судна. К внутренним факторам относят химический состав и структуру металла корпуса судна, состояние поверхности обшивки, а также внутренние напряжения и деформации, появление которых связано с технологией постройки, ремонта и условиями эксплуатации судна.

Скорость язвенной коррозии более чем в два раза выше скорости равномерного изнашивания. Процесс развивается с различной скоростью на наружных и внутренних поверхностях обшивки корпуса судна; размер разрушенной с наружной стороны составляет 75 % суммарного коррозионного износа обшивки.

Наиболее интенсивное изнашивание обшивки подводной части корпусов наблюдается на судах, плавающих в условиях мелководья и в каналах, где коррозионному изнашиванию сопутствует эрозийное разрушение металла. Скорость язвенной коррозии обшивки корпусов судов внутреннего плавания находится в пределах 0,07-0,09 % мм/год.

Для оценки общей коррозионной стойкости металла установлена 10-балльная шкала, приведенная в таблице 2.1.

Таблица 2.1
Шкала коррозионной стойкости металла

Группа стойкости	Скорость изнашивания, мм/год	Балл
Совершенно стойкие	Менее 0,001	1
Весьма стойкие	Свыше 0,001 до 0,005	2
	Свыше 0,001 до 0,01	3
Стойкие	Свыше 0,01 до 0,05	4
	Свыше 0,05 до 0,1	5
Понижено-стойкие	Свыше 0,1 до 0,1	6
	Свыше 0,5 до 0,1	7
Малостойкие	Свыше 1,0 до 5,0	8
	Свыше 5,0 до 10,0	9
Нестойкие	Свыше 10,0	10

Различают три основных вида деформации корпуса судна: гофрировка, обшивки, бухтины и вмятины.

Гофрировку обшивки образуют массовые остаточные деформации – прогибы листов обшивки и настилов корпуса между смежными балками набора без деформации последних. Ее характеризуют максимальной стрелкой прогиба, длиной l и шириной b , а также районом распространения по длине или высоте корпуса судна (рисунок 2.2).

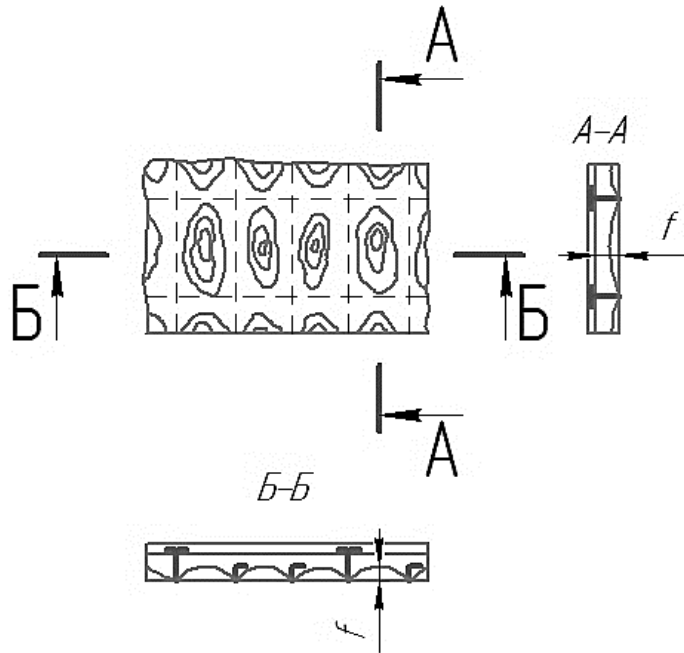


Рисунок 2.2 – Гофрировка

Бухтинами называют единичные остаточные прогибы листов обшивки между двумя балками набора без деформации последних, характеризующиеся стрелками прогиба, длиной и шириной (рисунок 2.3).

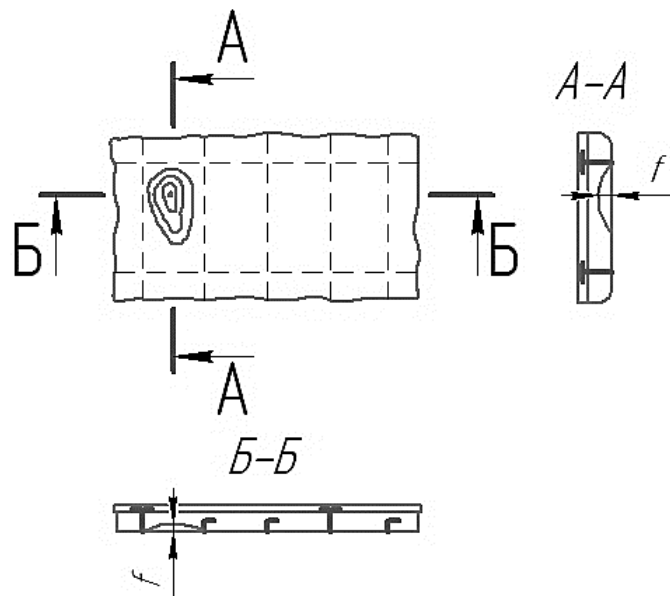


Рисунок 2.3 – Бухтина

Вмятиной называют остаточный прогиб обшивки, настила палуб и второго дна вместе с балками набора, характеризующийся наибольшим значением стрелки прогиба f , длиной l и шириной b (рисунок 2.4).

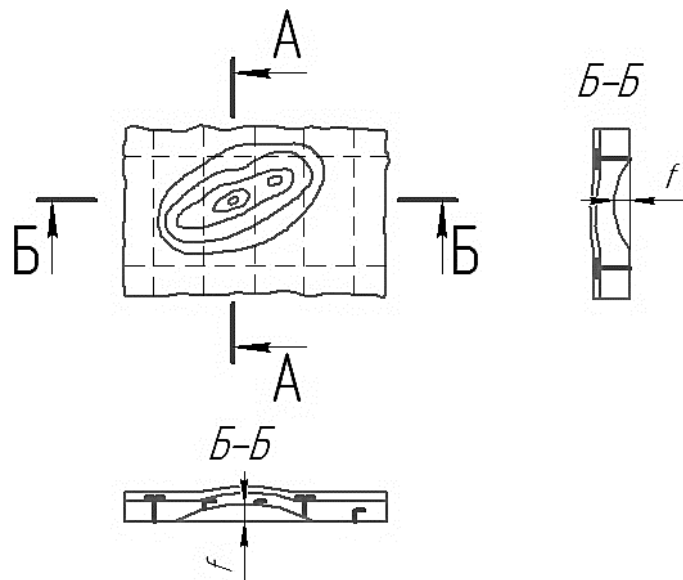


Рисунок 2.4 – Вмятина

При образовании вмятин изгибается главным образом холостой набор, который теряет устойчивость и заваливается к обшивке. Рамный набор изгибается в зоне действия внешнего усилия: теряет устойчивость стенка или деформируется ее кромка у обшивки, т.е. происходит кромочная деформация. Как правило, рамный набор деформируется редко.

К разрушениям конструкции корпуса относят разрывы или изломы отдельных связей, проломы наружной обшивки и настила палубы, а также отдельные трещины по целому металлу или в зоне сварных швов. Различают разрушения, приводящие к немедленному выводу судна из эксплуатации (переломы корпуса или его основных связей и пробоины), и разрушения, делающие судно ограниченно годным (небольшие трещины в элементах набора, сварных швах и в обшивке корпуса).

2.2 Методы измерения и нормирование износов элементов корпуса

Обследование корпуса судна для определения его технического состояния и установления необходимости и объема ремонта называют **дефектацией**.

При дефектации корпуса фиксируют износы элементов конструкции и местные остаточные деформации (гофры, бухтины, вмятины). При осмотре корпуса устанавливают наличия трещин (продольного набора, комингсов люков, палуб и обшивки), потери устойчивости набора, деформации пиллерсов и раскосов продольных и поперечных ферм, погнутостей штевней, фальшбортов и надстроек, наличие цементных заделок, состояние стыковых и угловых сварных швов, около шовных зон, места водотечности.

Остаточные толщины листов обшивки и настила палуб и двойного дна определяют одним из пяти методов: ультразвуковым, радиоактивным, микрометрическим, профилографическим и гравиметрическим (весовым).

Ультразвуковые приборы – толщиномеры, основанные на использовании различных принципов распространения или отражения ультразвука. Наиболее распространен на судоремонтных предприятиях отечественный переносный ультразвуковой импульсный толщиномер типа «Кварц-6» или «Кварц-12», который можно использовать при температуре окружающего воздуха от минус 10 до плюс 40 °С.

Метод измерения толщины металла с помощью радиоактивных изотопов основан на зависимости количества обратно рассеянного гамма-излучения от толщины измеряемого материала. В настоящее время существуют промышленные образцы таких приборов, например, ТОР-3 (толщиномер отражения радиоактивный). Толщин в этом случае измеряют с одной стороны; специальная подготовка поверхности при этом не нужна, масса пульта и датчика всего 4 кг, но погрешность измерения при этом (4 %) довольно значительная.

Микрометрический метод основан на измерении толщины листов обшивки корпуса через просверленные отверстия (диаметром 6–8 мм) штангенциркулем или индикатором со спецголовкой. Среднюю толщину листа определяют, как среднее арифметическое из результатов проведенных измерений:

$$t_{\text{cp}} = \sum_1^n \frac{t_i}{n},$$

где t_i – толщина листа в измеряемом месте, мм;
 n – число измерений.

Профилографический метод заключается в снятии профилограмм, т.е. кривых, изображающих рельеф поверхности корродированного листа обшивки. Измерения можно выполнять с помощью индикаторов и рычажных самописцев. Характеристикой коррозионного разрушения обшивки корпуса может служить среднее квадратическое значение неровностей поверхности обшивки $H_{\text{с.к}}$, мм. Разбив длину профилограмм на n участков и обозначив ординату каждого участка через h_i , получим

$$H_{\text{с.к}} = \sqrt{\sum_1^n \frac{h_i^2}{n}}$$

Среднюю толщину листа, мм, при наличии профилограмм и вычисленных $H_{\text{с.к}}$ определяют по формуле

$$t_{\text{cp}} = t_0 - H_{\text{с.к.язв}}^{\text{H}} - H_{\text{с.к.язв}}^{\text{B}}$$

где t_0 – строительная толщина обшивки;

$H_{с.к.язв}^H$ и $H_{с.к.язв}^B$ – соответственно средняя квадратичная глубина язвенной коррозии с наружной и внутренней сторон обшивки.

Гравиметрический метод определения средней толщины изношенного листа обшивки заключается во взвешивании вырезанных из корпуса пластин является наиболее точным. Наличие язв не влияет на точность результатов измерений, так как благодаря взвешиванию осредняется толщина листа на некоторой площади. Заготовку из корродированной обшивки вырезают газовым резаком, затем пластины обрезают на пресс ножницах под размер 100×100 или 200×200 мм, очищают от краски и продуктов коррозии, определяют массу с точностью до 1–2 г и измеряют с допуском ±1 мм. Среднюю толщину листа, см, определяют по формуле

$$t_{ср} = \frac{G}{\rho F}$$

где G – масса пластины, г;
 ρ – плотность металла пластины, г/см³;
 F – площадь пластины, см².

Результаты дефектации корпуса наносят на чертеж растяжки наружной обшивки и настилов. В акте дефектации фиксируют результаты измерений износов и повреждений элементов корпуса судна.

Измерение деформаций выявление трещин производят следующими способами. Стрелки прогиба и размеры вмятин, гофров и бухтин в период дефектации корпуса измеряют с помощью стальной гибкой линейки. Трещины обшивки корпуса выявляют визуальным или керосино-меловым способом. Визуальный способ заключается в осмотре поверхности обшивки невооруженным глазом или через лупу. Этим способом можно обнаружить относительно крупные трещины.

Керосино-меловой способ заключается в смазывании керосином очищенной поверхности обследуемого участка последующим ее протиранием насухо и покрытием меловым раствором. О наличии и размере трещин судят по жировому следу на меловой поверхности, возникающему на месте трещины вследствие впитывания керосина мелом.

Нормирование износов связей корпуса (утонения и уменьшения толщин и стрелок прогиба отдельных связей и всего корпуса)

Для оценки технического состояния и определения возможности эксплуатации корпуса без замены изношенных связей и устранения повреждений сравнивают износ с допустимыми значениями.

При дефектации остаточных деформаций должны быть измерены: для вмятины f_{max} – максимальная стрелка прогиба; l – наименьший размер вмятины в плане, измеренный по деформированному набору в районе максимального прогиба; длина отдельных вмятин, лежащих в одном поперечном сечении палубы (b_1, b_2), днища (d_1, d_2) (рисунок 2.5).

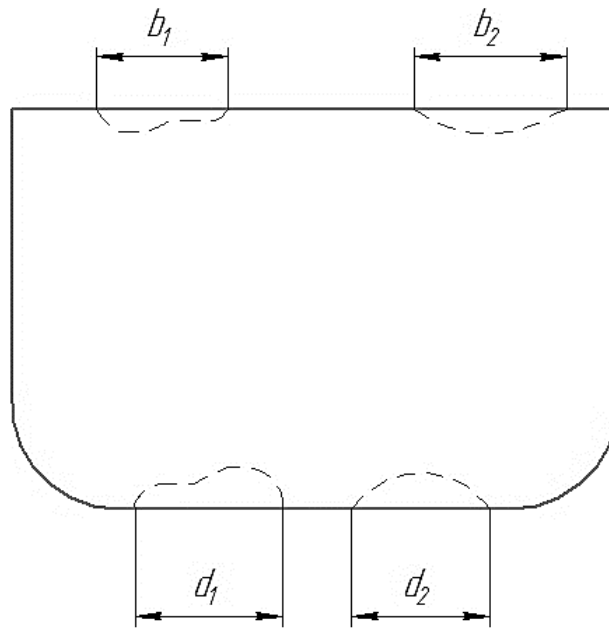


Рисунок 2.5 – Характер распространения вмятин по сечению корпуса

По результатам измерений параметров вмятин определяют отношение f_{max} / l и суммарные длины вмятин ($\sum b_1, \sum d_1$). При дефектации обшивки у гофрировки и бухтин измеряют максимальные стрелки прогиба и подсчитывают нормируемый параметр – отношение f_{max} / a (a – расстояние между двумя балками набора).

Оценку технического состояния корпусов судов выполняют в соответствии с Правилами технического надзора за судами в эксплуатации Речного Регистра РБ.

Износ основных групп связей корпуса судна определяют в зависимости от значений толщин, указанных в проекте, а при отсутствии такового – толщин, регламентируемых Правилами постройки. Для судов, предназначенных для плавания в битом льду, предельно допустимый износ в обшивке ледового пояса не должен превышать 15 % проектных толщин. Остаточная толщина в районе наиболее развитых язв не должна быть менее 1,5 мм.

При несовпадении оценок по различным нормирующим параметрам оценку назначают по худшему показателю. В необходимых случаях по инициативе судовладельца или по требованию Речного Регистра РБ специальные нормативы для оценки технического состояния судов могут быть установлены по результатам расчета общей прочности, выполненного по методике, согласованной с Речным Регистром РБ.

Судну выставляют оценку технического состояния «запрещенное», если:

- хотя бы один из дефектов превышает нормы для судов с оценкой «ограниченно годное» ли, когда характеристики вмятин бухтин и гофрировки превосходят значения, при которых их предлагалось не учитывать;
- общий остаточный прогиб (перегиб) сопровождается признаками наметившегося перелома;

- есть пробоина, размеры которой превышают шпацию.
- Кроме того, запрещается эксплуатировать судно без снижения оценки технического состояния в случаях:
 - при любой водотечности корпуса сварной конструкции;
 - при нарушении целостности наружной обшивки настилов палуб и второго дна, обшивки внутренних бортов и не проницаемых переборок;
 - при разрывах и трещинах балок набора и сварных швов, соединяющих балки между собой и с обшивкой;
 - если есть 3 цементные заделки и более в одном отсеке или более 6 по всему корпусу;
 - если высота смятия стенок балок в районе соединений их с обшивкой (кромочные деформации) более высоты соседних холостых балок;
 - если отношение стрелки прогиба выпученной стенки рамных балок к их высоте превышает 0,1;
 - если отклонение холостых балок набора от плоскости т.е. допуск плоскостности, превышает 15 мм и наблюдается у трех и более расположенных рядом связей;
 - если отношение стрелки прогиба к полной длине пиллерсов или раскосов превышает 0,005;
 - когда износ сварных швов наружной обшивки или настила палуб на один мм ниже поверхности основного металла на протяжении более 20 % длины шва (длины участка между параллельными балками набора);
 - когда уменьшение катета углового сварного шва вследствие изнашивания превышает 20 %.

2.3 Подготовительные и вспомогательные работы

Корпус судна ремонтируют при частичном или полном его обнажении в эллинге, на стапеле, слипе или в доке.

Эллинг (голл. *helling*), сооружение на берегу моря, реки или озера, оборудованное для строительства судов. В эллинге размещаются наклонные к воде дорожки – стапели, на которых производится закладка и сборка корпусов, а также спуск судов (рисунки 2.6, 2.7, 2.8).

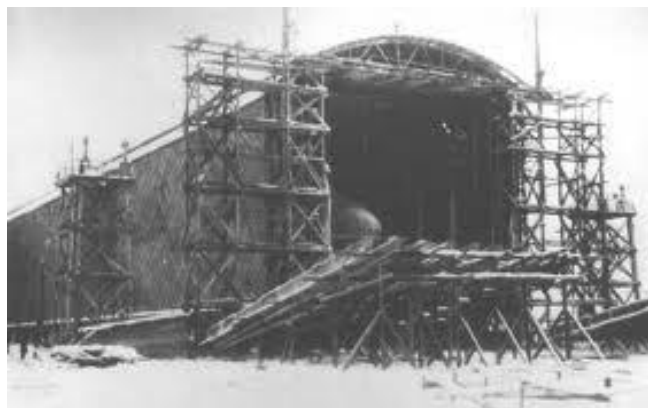


Рисунок 2.6 – Общий вид эллинга



Рисунок 2.7 – Вход в эллинг



Рисунок 2.8 – Эллинг для спуска судна

Эллинг судоремонтный – сооружение для вытаскивания судов на берег с целью ремонта или осмотра корпуса.

Стапель (от нидерл. *stapel*) (по-немецки *Helling, Helgen* и *Helligen* мор. эллинг; стапель) – сооружение для постройки судна и спуска его на воду (рисунок 2.9). Постройка (сборка) судна на стапеле начинается с его закладки. Как правило, сборку судна на стапеле осуществляют из готовых блоков и секций, изготовленных в специализированных цехах (возможность изготовления блоков и секций «под крышей» позволяет повысить качество их сборки и сократить время изготовления).



Рисунок 2.9 – Продольный стапель

Слип – наклонная площадка, предназначенная для спуска судов на воду и подъема их из воды (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Слипы

Док (англ. *dock*) – бассейн, вырытый в земле ниже уровня моря и сообщающийся с ним закрывающимися воротами. Служит для строительства и ремонта судов (рисунок 2.11).



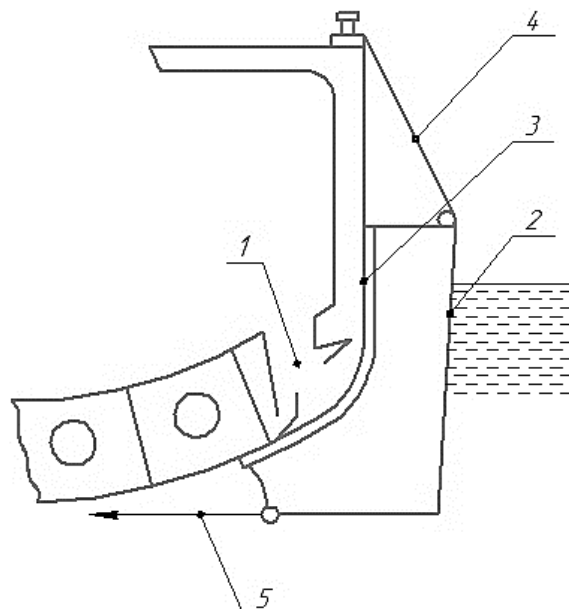
Рисунок 2.11 – Док

Объем работ зависит от наличия и оснащённости судоподъемных сооружений. При отсутствии судоподъемных сооружений судно можно вытащить на берег при подъеме воды акватории весной или осенью, затем обсушить корпус.

В это случае, судно подводят на заранее подготовленную затопляемую площадку со стапель-блоками и при спаде воды устанавливают на них судно. Отремонтированное судно можно спустить на воду только при очередном повышении уровня воды на этой площадке.

Частично обнажить корпус судна для устранения аварийных повреждений можно и на плаву путем кренования, дифферентовки или с помощью кессонов.

Для кренования судна воду наливают в бортовые непроницаемые отсеки или загружают на палубу (или в корпус) необходимое количество груза. Кренование выполняют при состоянии судна в порожнем.



1 – повреждение; 2 – кессон; 3 – мягкая подушка; 4 – верхние крепления кессона;
5 – подкильные крепления кессона

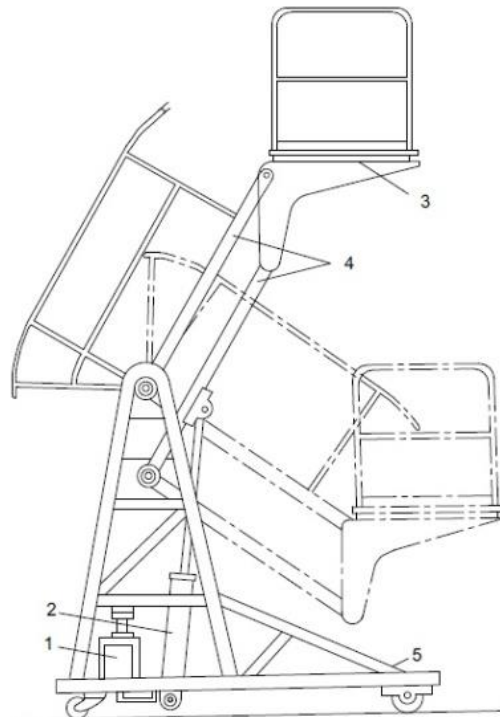
Рисунок 2.12 – Бортовой кессон

Кессоны – это ящики различной конструкции и формы, устанавливаемые на поврежденные участки корпуса, верхние части которых

при поджатии к судну выступают над уровнем воды (рисунок 2.12). Доступ к поврежденному участку корпуса становится возможным после обжатия кессона и удаления воды из кессонного пространства. Различают кессоны временные и постоянные. Временные кессоны изготавливают из дерева и металла. Плотное прилегание ящика к корпусу обеспечивают его верхние кромки, обшитые парусиновыми подушками толщиной до 100 мм, заполненными кошмой. Постоянные кессоны подразделяют на носовые, кормовые, бортовые и кессон-доки. На металлических кессонах устанавливают энергетическую и компрессорную установки, балластные насосы, сварочные агрегаты, что создает им автономность при производстве ремонтных работ.

Основные виды ремонта судов (средние и капитальные) обычно выполняют на открытых стапелях, чему предшествует значительный объем вспомогательных работ, т.е. подготовка кильблочных тумб для установки судна на стапеле, сооружение наружных и внутренних лесов, подмостей и трапов. Механизация вспомогательных работ ускоряет процесс ремонта корпусов судов и высвобождает значительное количество обслуживающего персонала. Унифицированные (инвентарные) металлические кильблочные тумбы для установки судна на стапель позволяют применять крановые средства. На стапелях с твердыми покрытиями для перемещения корпуса судна и установки его на тяжелые кильблочные тумбы применяют специальные тележки на пневмокатках.

С наружной стороны, установленного на стапеле слипа корпуса размещают леса и подмости для работы.



1 – масляный насос; 2 – гидравлический подъем; 3 – рабочая платформа; 4 – рычаг;
5 – тележка

Рисунок 2.13 – Гидравлическая платформа

Для выполнения ремонтных работ в кормовых и носовых образованиях корпуса судна можно применять гидравлические платформы (рисунок 2.13).

2.4 Восстановление непроницаемости корпуса. Правка корпусных конструкций

Водотечность корпуса судна устраняют как в эксплуатационных условиях, так и в процессе заводского ремонта. При появлении трещин и разрыва в элементах корпуса в период эксплуатации в качестве временных мер устанавливают различные заделки (цементные ящики, стекло ткань или пластыри), затем устраняют при заводском ремонте. В процессе зимнего ремонта элементы корпуса судна восстанавливают на плаву (текущий ремонт), на открытых стапелях и в доках (средний и капитальный ремонт).

При водотечности корпуса трещины заваривают, заклеивают их стеклотканью или заменяют поврежденные участки.

Трещины в обшивке, настилах палуб и наборе – весьма частые повреждения, особенно в районах сварных швов. Выявленные трещины заваривают.

После заварки трещины сварной шов испытывают на непроницаемость смачиванием керосином или проверяют ультразвуком либо гаммаграфированием.

При ремонте корпусных конструкций с остаточными деформациями применяют следующие способы правки: правка в холодном состоянии, правка в нагретом состоянии (тепловая) и комбинированная правка – совместное действие теплоты (местное нагревание) и сосредоточенных механических усилий – термо-силовой метод (рисунок 2.14 – 2.16).

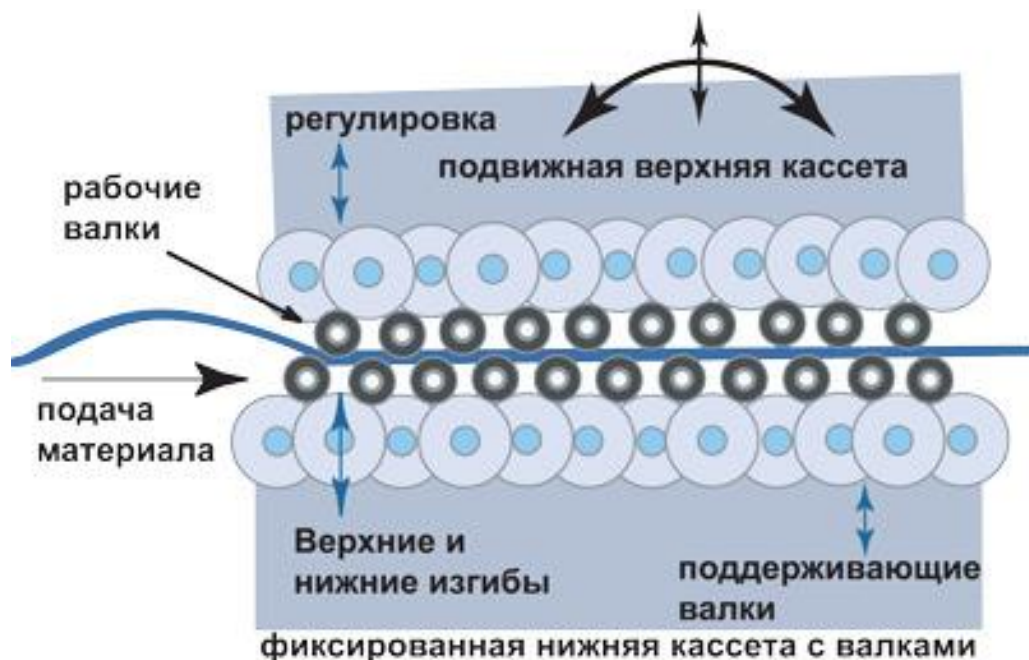


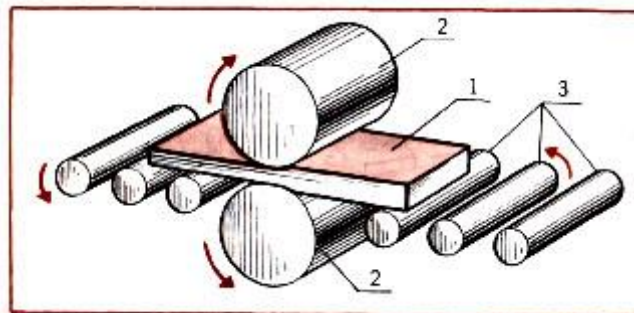
Рисунок 2.14 – Правка листовой стали с помощью валков

В цехе при предварительно отделенном от обшивки наборе допускается править:

- отдельные листы на вальцах или под прессом;
- профильный металл растяжением, обратным выгибом на профилегибочных станках;
- сварные листовые конструкции прокаткой.



Рисунок 2.15 – Валковый инструмент



1 – заготовка; 2 – валик; 3 – ролики

Рисунок 2.16 – Схема получения листового металла

Тепловую правку на месте (без вырезки) применяют для устранения плавных бухтин и гофрировке в листах наружной обшивки, настилов палуб, переборок.

В зависимости от характера деформаций корпусную конструкцию при правке следует нагревать пятнами – при правке бухтин тонколистовых конструкций или полосами – при правке бухтин обшивки и волнистости по свободным кромкам.

Первый способ правки нагревом пятен выполняют газовой горелкой (рисунок 2.17) по схеме, изображенной на рисунок 2.18, а.



Рисунок 2.17 – Газовая горелка

В начале прогревают центральное пятно, затем пятна, расположенные по окружности. Разогреть пятна необходимо быстро по резко ограниченным площадям.

Для повышения эффективности правки после нагревания пятен до предельной температуры следует проколачивать поверхность лёгкими ударами деревянного молотка (киянки) сначала вокруг нагретого пятна со стороны выпуклой части бухтины, а затем в центральной зоне нагревания.

Если на выпрямленном листе несколько бухтин, расположенных рядом, их правят через одну, так как при этом промежуточные бухтины уменьшаются, или совсем выпрямляются.

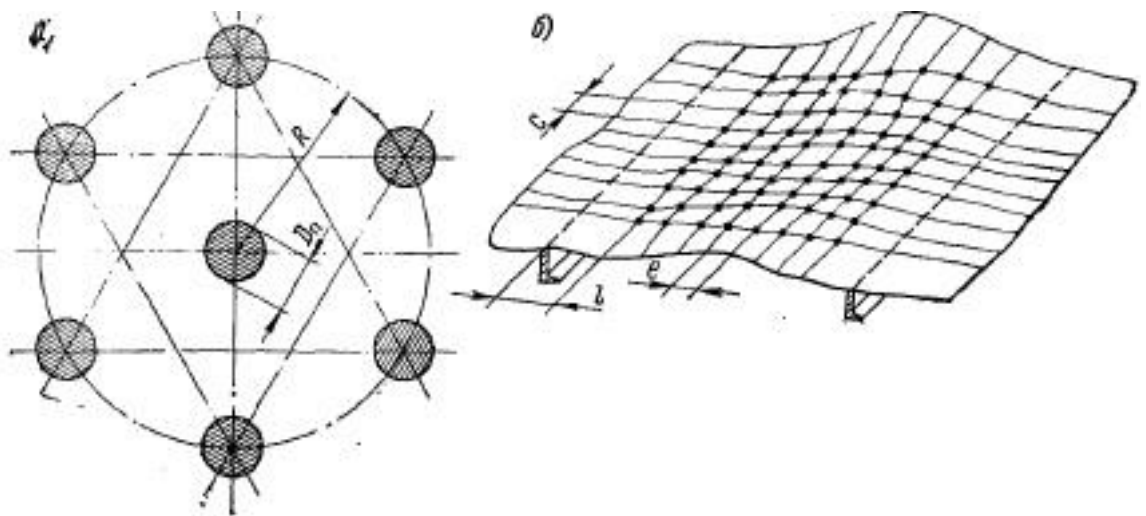


Рисунок 2.18 – Схема распространения пятен при правке методом нагрева

На рисунке 2.18, б изображена схема расположения пятен нагрева, при которой деформационный участок обшивки выполняется без приколачивания.

Очень эффективен способ правки наплавкой валиков без последующего механического воздействия. Однако этот метод связан с затратой значительного количества времени и электродного материала.

Для конструкций из легких сплавов (алюминиевые сплавы) допустимы все виды правки. Использовать для правки листов из алюминиевых сплавов ацетилено-кислородные горелки, и горелки, работающие на газах – заменителях ацетилена, не допускается.

Для устранения значительных местных деформаций применяют комбинированный способ правки – термосиловой: кратковременный местный нагрев с естественным или искусственным охлаждением и одновременно механическое воздействие. Этим способом можно править не только остаточные деформации листов (бухтины и гофры), но и остаточные деформации листов совместно с набором (вмятины). Механические усилия в этом случае создают талрепами, скобами, стяжками и домкратами. Правку вмятин начинают с правки холостого набора (рисунок 2.19), после чего правят оставшиеся бухтины обшивки (рисунок 2.20).

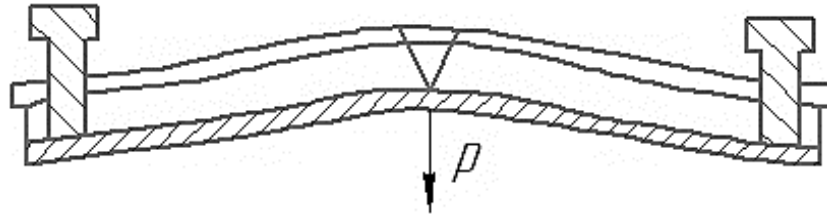


Рисунок 2.19 – Схема правки набора

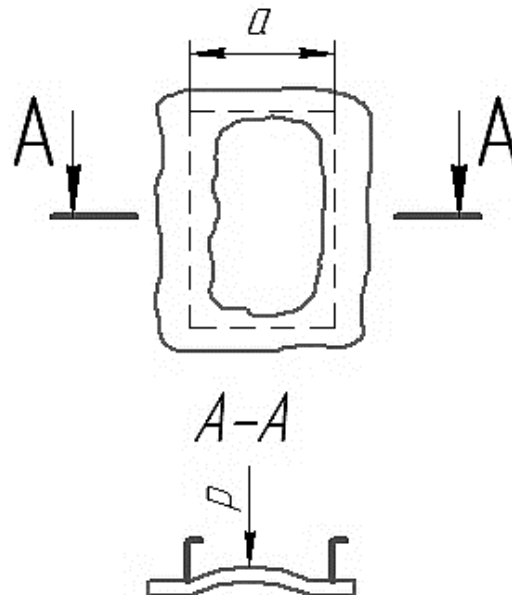
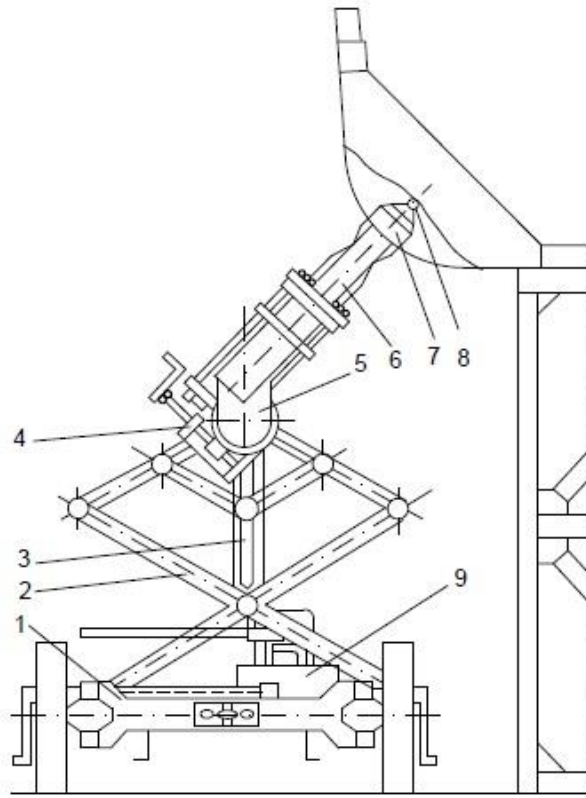


Рисунок 2.20 – Схема правки обшивки

Для правки вмятин с наружной стороны судна (при отсутствии или трудности доступа с внутренней стороны) создан специальный агрегат, который состоит из передвижного подъемного устройства, смонтированного на четырех колесном шасси (рисунок 2.21). Устройство для правки состоит из балки с вмонтированным в центре ее гидродомкратом и двух передвижных упоров по краям. На шасси установлен гидравлический насос 9 для питания гидродомкрата.



1 – шасси; 2 – механизм для подъема; 3 – направляющая;
 4 – механизм поворота; 5 – балка; 6 – упор; 7 – захватное устройство;
 8 – шпилька; 9 – гидравлический насос

Рисунок 2.21 – Агрегат для правки вмятин

Ликвидацию вмятин начинают с правки холостого набора. В центре максимального прогиба приваривают шпильку 8 с заплечиком, к которому подводят паз захватного устройства 7. Передвижные упоры устанавливают на границе, не поврежденной части набора или на соседней его ветви. Обшивку у краев изогнутого набора и сам набор в месте максимального прогиба нагревают до температуры 600 °С и одновременно действуют гидродомкратом. После завершения правки набора и остывания мест нагревания усилие домкрата снимают и приступают к правке оставшихся бухтин обшивки.

2.5 Технология ремонта и замены изношенной обшивки, набора и кованных деталей корпуса

Корпусные конструкции и их элементы, износы и деформация которых превышают предельно допустимые нормы, заменяют новыми по построечным размерам. В отдельных случаях изношенные и деформированные участки подкрепляют дополнительно промежуточными ребрами жесткости, параллельными балками главного направления. В этом случае необходимо сделать расчет прочности элементов перекрытия, так как при подкреплении одних связей могут увеличиться напряжения других.

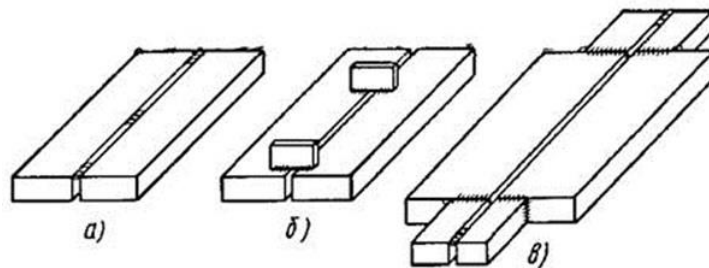
При восстановлении корпусных конструкции из-за аварий или проведения модернизационных работ иногда применяют секционно-блочный

метод ремонта, при котором выполняют следующие этапы работ: определяют размеры заменяемых конструкций (или дополнительных секций при удлинении корпуса); удаляют заменяемые конструкции; изготавливают новые секции и соединяют их с корпусом.

Технология замены отдельных конструктивных элементов корпуса состоит из последовательно выполняемых разметки и вырезки сменяемого конструктивного элемента, установки на его место заранее заготовленного в цехе элемента.

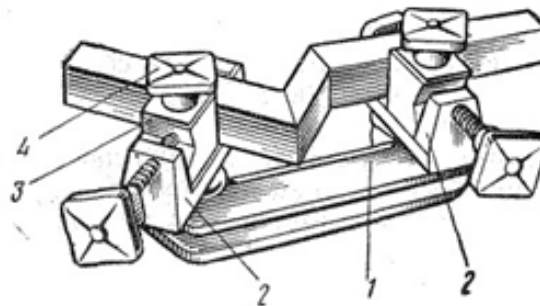
При замене изношенной обшивки заготовленные в цехе листы доставляют на заранее изготовленные подмости.

Заменяемые листы перед сваркой закрепляют с помощью прихваток (жесткое закрепление) или гребенок, струбцин, талрепов и стяжек (эластичные крепления). Способы закрепления указаны на рисунках 2.22, 2.23, 2.24, 2.25.



a – прихватки; *б* – гребенки; *в* – концевые планки

Рисунок 2.22 – Способы закрепления деталей перед сваркой



1 – платформа; *2* – струбцина; *3* – призма; *4* – винт-фиксатор

Рисунок 2.23 – Универсальное приспособление для сварки мелких узлов

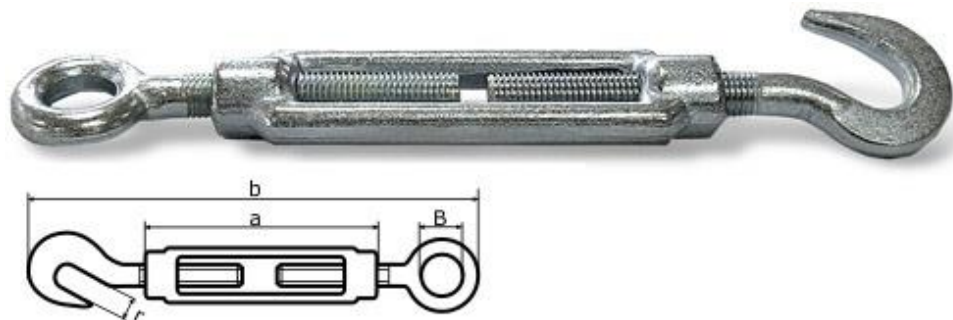


Рисунок 3.24 – Талреп

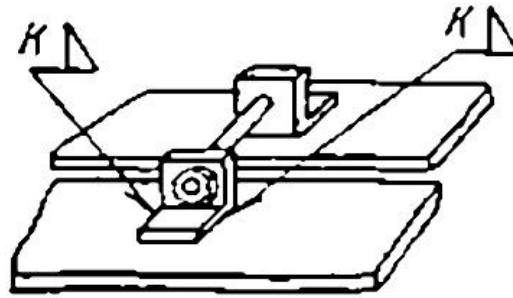


Рисунок 2.25 – Стяжка с болтом и приваренными угольниками для сварки крупных конструкций из листового проката

Все операции по замене плоских листов обшивки выполняют последовательно: размечают контур выреза и отделяют дефектную обшивку от набора, не повреждая его кромок; кромки выреза зачищают и разделяют их по сварку, а волнистость обшивки выпрямляют по кромкам выреза; контур нового листа размечают, углы закругляют и обрезают лист по разметке, по двум кромкам листа снимают фаски под сварку и устанавливают лист в корпусе на прихватках по двум чистым кромкам, а по двум другим кромкам прирезают; прихватывают установленный лист к обшивке и набору. Сварку листа с обшивкой и набором ведут обратно-ступенчатым способом.

При замене криволинейных листов обшивки снимают эскиз или шаблон вырезов в обшивке, размечают контур нового листа с учетом припуска на гибку и подгонку. Затем лист вырезают по намеченному контуру и зачищают под линейку одну кромку листа, снимая фаски под сварку, гнут лист по шаблону и пригоняют его по месту. Остальные операции не отличаются от описанных при замене плоских листов.

Изношенный холостой и равный набор корпуса судна (шпангоуты, флоры, кильсоны и т.д.) обычно заменяют одновременно с прилегающими листами обшивки. При замене отдельных частей холостого набора его можно собирать как в стык, так и внакрой с оставшейся частью набора.

Замену равного набора и подкрепляющих ребер выполняют в такой последовательности: размечают контур и удаляют поврежденный участок равного набора и подкрепляющие ребра; зачищают под линейку кромку выреза, скругляют углы, разделяют их под сварку, а кромки флоров и кромки выреза выпрямляют; снимают эскиз или шаблон выреза, размеры подкрепляющих ребер, затем размечают детали, вырезают их и зачищают под линейку 2 кромки листа; лист флора подгоняют к обшивке днища по чистой кромке и прихватывают, а затем прирезают по другим кромкам и тоже прихватывают; подкрепляющие ребра жесткости устанавливают и прихватывают; сваривают лист и подкрепляющие ребра жесткости с флором; после разделки корня шва сваривают заменяемые участки равного набора со второй стороны на проход по главным направлениям.

Исходя из условий свободного доступа на участке замены набора все сварочные работы по ремонту флоров необходимо закончить до постановки заменяемых листов обшивки корпуса.

Поврежденные участки металлических привальных брусков вырезают газовым резаком (рисунок 2.26), обшивку корпуса под ними очищают от продуктов коррозии и окрашивают защитным покрытием, при этом оставляют узкие полоски для сварных швов. Заготовленную цехе коробку привального бруса окрашивают с внутренней стороны, доставляют к месту установки, пригоняют по обводам корпуса и приваривают к обшивке.

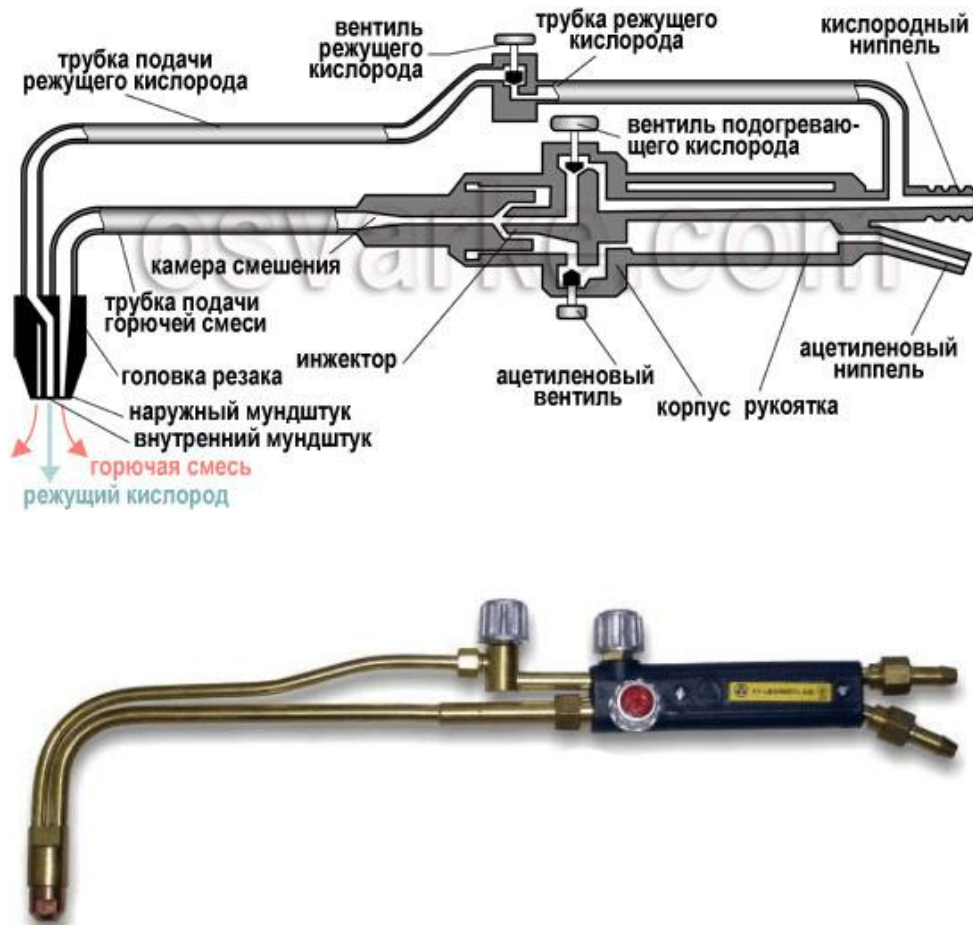


Рисунок 2.26 – Газовый резак

После ремонта корпус проверяют на непроницаемость.

Ремонт литых и кованных частей корпуса судна сводится в основном к заварке трещин или замене поврежденных участков.

Форштевень с прилегающими к нему кромками листов обшивки повреждается при работе с судном в ледовых условиях, от ударов о подводные камни и причальные сооружения и при столкновении с плавающими предметами. При значительном истирании или коррозионном износе форштевень и кромки листов можно восстановить электронаплавкой с последующей зачисткой наплавленного металла. При значительных изгибах или изломах штевней необходимо вырезать повреждённые участки газовыми резаками и устанавливать новые наварки, а при относительно небольших

искривлениях штевней их выпрямляют с помощью домкратов при одновременном нагревании поврежденного участка.

Кронштейны и другие кованые или литые детали в процессе эксплуатации также иногда повреждаются. Ключи интенсивно изнашиваются в местах скольжения якорных цепей. Изношенные места восстанавливают электронаплавкой с последующей зачисткой наплавленного металла.

Поврежденные лапы кронштейнов заваривают. Для этого место излома разделяют под V- или X-образный шов в зависимости от размеров кронштейнов. Для усиления заваренного участка места излома кронштейна иногда подкрепляют: устанавливают с одной или с двух сторон планки на сварки рисунок 2.27.

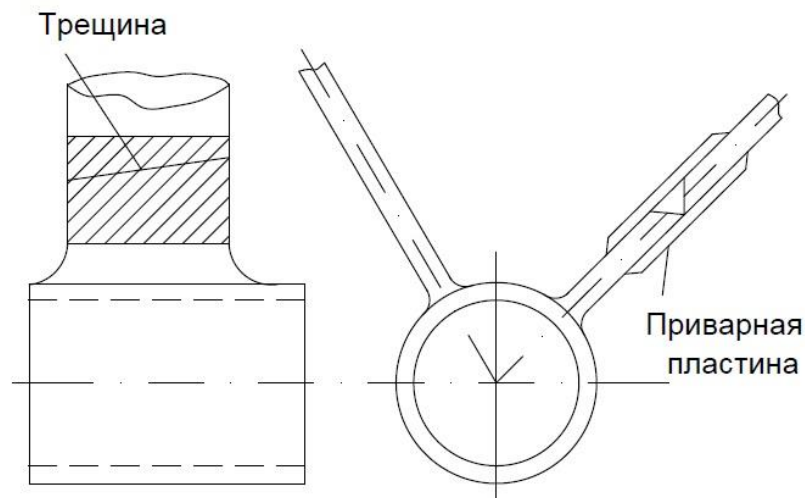
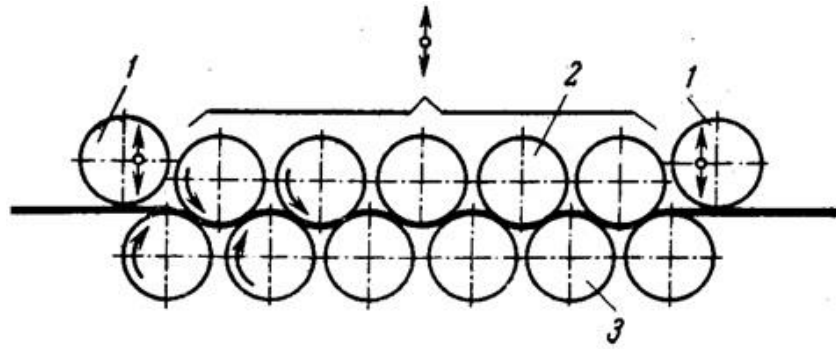


Рисунок 2.27 – Схема заварки трещин в лапе кронштейна

2.6 Оборудование корпусообработывающих участков судоремонтных предприятий

Основными видами обработки корпусной стали на судоремонтных предприятиях являются: правка листового и профильного материала, резка и гибка.

Правку листов перегибами осуществляют на многовалковых листопрямильных вальцах (рисунок 2.28), имеющих от 5 до 17 валков, расположенных в два ряда в шахматном порядке. Вальцы с большим количеством валков применяют для правки тонколистовой стали. Толстолистовую сталь правят в вальцах с меньшим количеством валков, имеющих больший диаметр. Правка – это процесс изгиба листа в противоположных прогибу направлениях, лист пропускают между двумя параллельными рядами валков. При больших стрелках прогиба бухтины листы правят также в вальцах. В этом случае на бухтины последовательно укладывают прокладки в виде полос из мягкой стали и лист прокатывают.



1 – направляющие валки; 2 – верхние правильные валки; 3 – нижние правильные валки

Рисунок 2.28 – Многовалковые листопрямительные вальцы

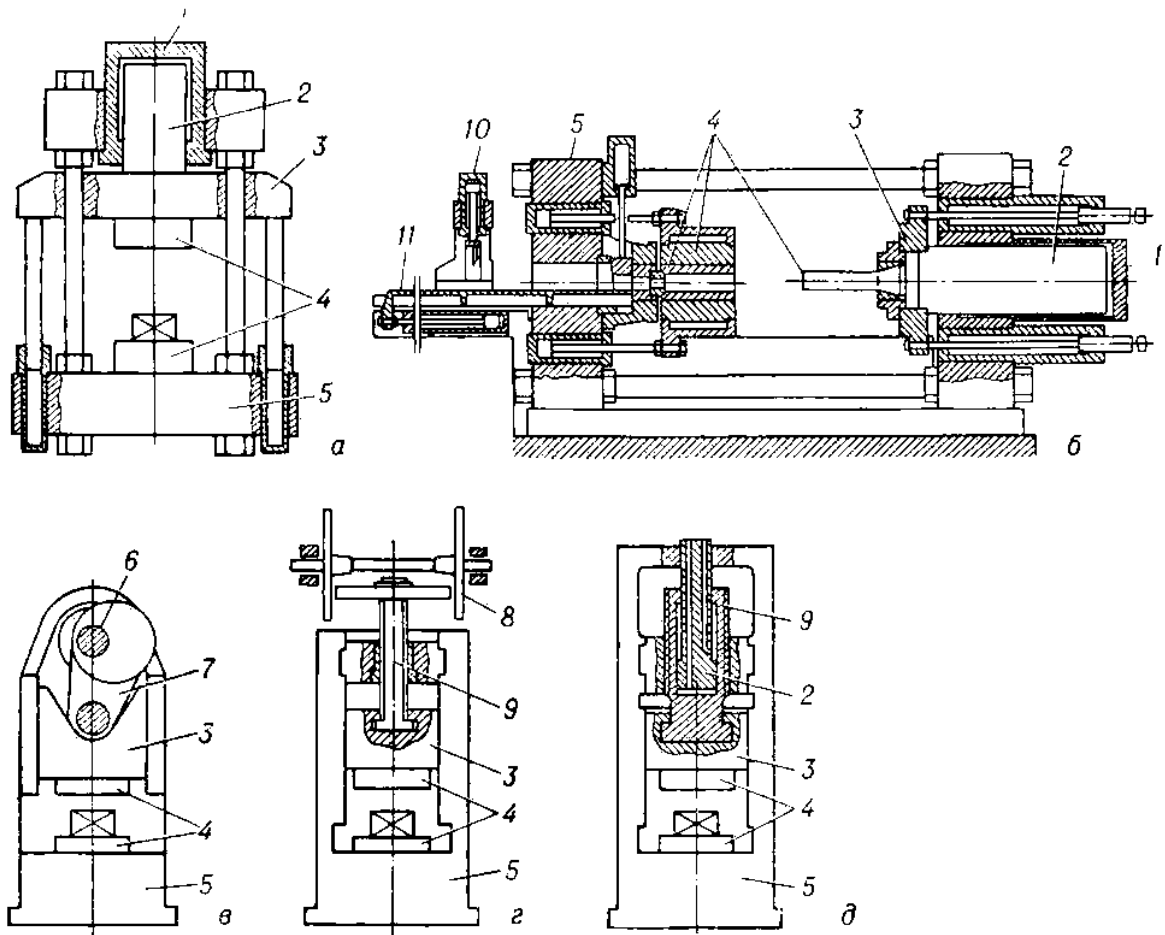
Правку растяжением выполняют в правильно-растяжной машине (рисунок 2.29), на стол-рольганг который укладывают лист, а гидравлическими зажимами передней и задней подвижной головок закрепляют его концы.



Рисунок 2.29 – Правильно-растяжная машина (стол-рольганг)

При создании давления в гидравлическом цилиндре головки раздвигаются, в натянутых участках листа создаются напряжения, достигающие предела текучести металла, волокна этих участков вытягиваются до длины остальных волокон и лист выпрямляется. В отдельных случаях правку листов толщиной свыше 16 мм можно выполнять на гидравлических прессах (рисунки 2.30, 2.31).

Правку профильного металла осуществляют на роликовых правильных машинах (рисунок 2.32), работающих по тому же принципу, что и листопрямительные вальцы. На судоремонтных предприятиях речфлота РБ профили правят на гибочно-рихтовальных станках типа «Бульдозер».



а – гидравлический вертикальный; *б* – гидравлический горизонтальный;
в – кривошипный; *г* – фрикционный; *д* – гидровинтовой; *1* – рабочий цилиндр;
2 – плунжер; *3* – ползун; *4* – инструмент; *5* – станина; *6* – кривошипный вал;
7 – шатун; *8* – фрикционная передача; *9* – шпиндель; *10* – ножницы;
11 – выдвижной стол

Рисунок 2.30 – Принципиальные схемы прессов



Рисунок 2.31 – Гидравлический пресс

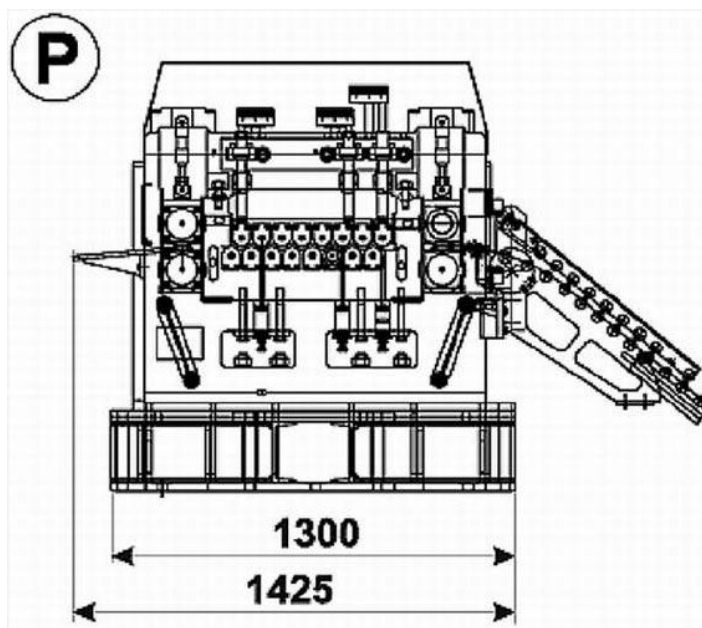


Рисунок 2.32 – Роликовая правильная машина

Листовые и профильные детали, деформированные в процессе их обработки, правят на листопрямильных вальцах с применением подкладного листа. Правку листов из алюминиевых сплавах, а также правку алюминиевых заготовок после резки осуществляют в правильных вальцах, используя прокладки из алюминиевых сплавов или фанеры. Детали из профильного алюминиевого сплава можно править на гибочно-рихтовальных станках с применением прокладок или в ручную на очищенных чугунных плитах.

Резку листовой и профильной стали можно выполнять двумя способами: механическим и тепловым.

Механическую резку выполняют на ножницах – гильотинных, дисковых, вибрационных и пресс-ножницах (рисунки 2.33, 2.34, 2.35, 2.36, 2.37), характеристики которых представлены в таблицах 2.1, 2.2.

Таблица 2.2

Характеристики гильотинных ножниц

Модель	Толщина разрезаемого листа, мм	Длина реза, мм	Габаритные размеры, Мм	Масса, т
НА3218	6,3	3150	4230×1800×1720	9,45
Н3121	12,5	2000	3075×1950×2375	7,0
Н407	12,0	5000	6630×4375×2600	32,0

Характеристики комбинированных пресс-ножниц

Модель	Толщина разрезаемого листа, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, т
НВ5121	13	1500×700×1400	1,60
НВ5224	25	2690×1220×2436	6,80



Рисунок 2.33 – Гильотинные ножницы (ручные)

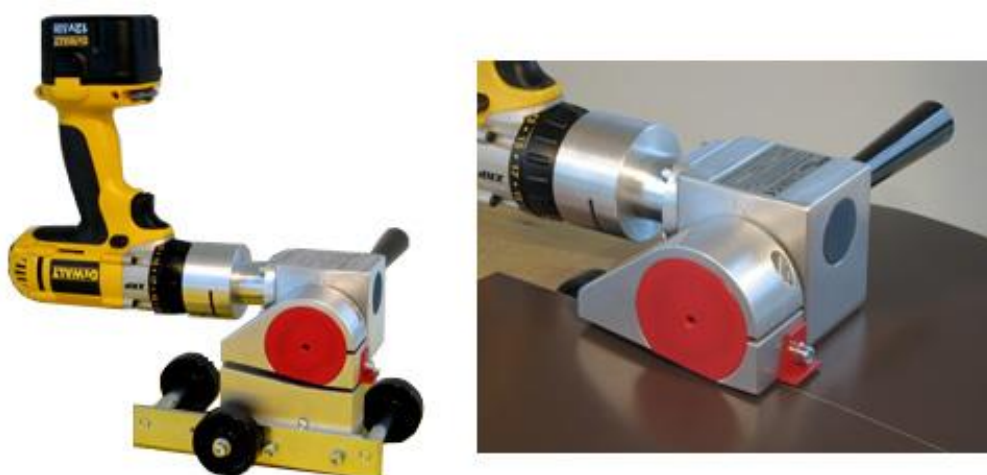
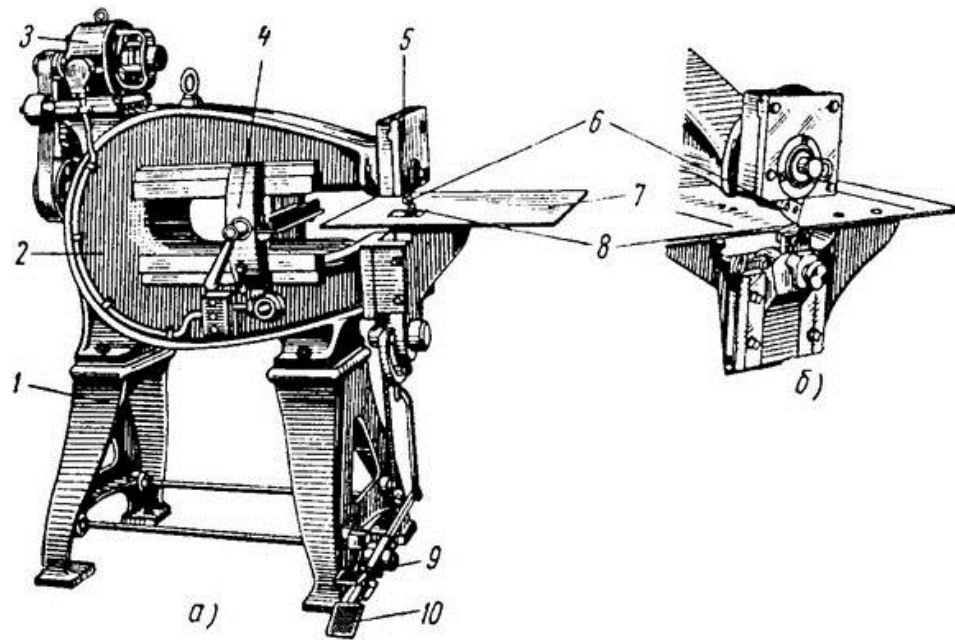


Рисунок 2.34 – Дисковые ножницы

Вибрационные ножницы (рисунок 2.35, *a*) состоят из стоек 1, корпуса станины 2, электродвигателя 3, упорного устройства 4, головки 5, верхнего подвижного ножа 6, стола 7, нижнего неподвижного ножа 8, педали выключения 9 и педали включения 10.



a – общий вид, *б* – крепление верхнего и нижнего ножей
Рисунок 2.35 – Вибрационные ножницы

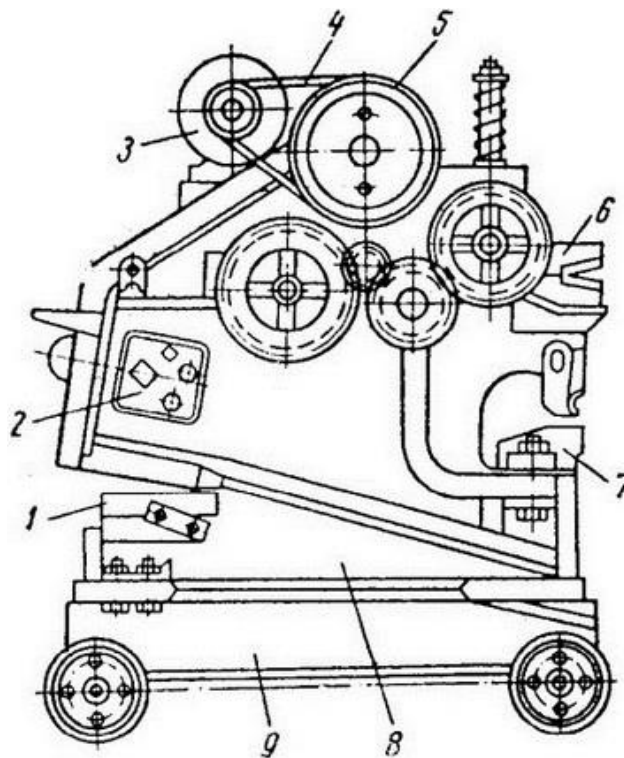


Рисунок 2.36 – Передвижные комбинированные пресс-ножницы

Передвижные комбинированные пресс-ножницы (см. рисунок 2.36), имеющие листовые ножницы *1*, предназначенные для разрезания листового металла, сортовые ножницы *2*, на которых разрезают профильный прокат, зарубочное устройство *б* для прямоугольной и треугольной вырубке в уголках, а также дыропробивной пресс *7* для пробивания отверстий в металле. Эти ножницы являются наиболее универсальными и могут быть установлены без особых затруднений в нужном месте цеха.

Установленная на тележке 9 станина 8 связывает все механизмы ножниц в единое целое. Привод пресс-ножниц в действие осуществляется электродвигателем 3, который посредством клиноременной передачи 4 передает вращение маховику 5.



Рисунок 3.37 – Общий вид подвижных ножниц

На некоторых заводах применяют роликовые ножницы, у которых нижний нож плоский, а верхний – роликовый.

Листовые детали большой кривизны можно резать на стационарных вибрационных ножницах со скобообразной станиной, к нижней части которой прикреплен кронштейн с неподвижным ножом, а к верхней кронштейн с направляющей.

Тепловая резка основана на свойстве металлов и их сплавов сгорать в струе чистого кислорода. Металл можно резать, если температура горения его в кислороде ниже температуры плавления.

Газовую резку выполняют ручными газовыми резаками или с помощью полуавтоматических и автоматических газорезательных машин (рисунок 2.38).

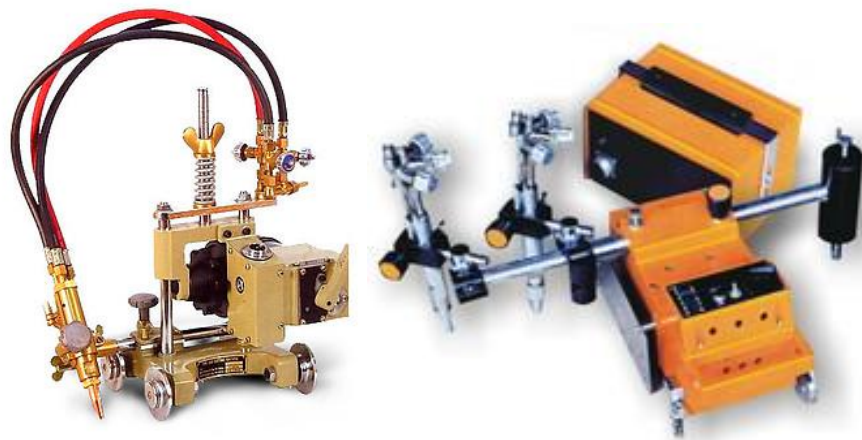


Рисунок 2.38 – Полуавтоматические и автоматические газорезательные машины

Профильный металл разрезают на комбинированных пресс-ножницах или ручными газовыми резаками.

Резку листов из алюминиевого-магниевого сплавов на детали прямолинейного контура выполняют на гильотинных, дисковых или пресс-ножницах, а с криволинейными очертаниями – на вибрационных или роликовых ножницах и ленточных пилах.

Листовые корпусные детали по характеру кривизны могут быть разбиты на следующие группы:

- одинарной кривизны (цилиндрической, конической и волнообразной формы);
- двоякой кривизны (сферической, парусовидной, седлообразной и веерообразной формы);
- с углами слома (угловой и коробчатой формы); гофрированные.

Детали из профильного металла могут быть разбиты на следующие группы: постоянной кривизны, переменной и знакопеременной кривизны.

Различают два метода гибки деталей – горячей и холодной. Горячий метод гибки применяют весьма редко, только для гибки детали особо сложной формы.

Холодную гибку листов одинарной кривизны выполняют на трех-, четырехвалковых гибочных вальцах.

На судоремонтных заводах основным видом оборудования для гибки листов двоякой кривизны служат листогибочные станки типа ЛГС. На этих станках листы гнут, прокатывая их между ведущим валком и нижним диском под большим давлением. Основные типы станков типа ЛГС даны в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Листогибочные станки

Характеристика	Модель станка	
	ЛГС-2М	ЛГС-3
Наибольшая толщина изгибаемых листов, мм.	12-15	20-25
Вылет нажимного диска относительно станины, мм.	2500	3000
Наибольшее нажимное усилие, кН.	147	296

Станки типа ЛГС позволяют осуществлять два способа гибки: свободную и в упор.

Гибку деталей из профильного металла выполняют на кольцегибочных роликовых станках и прессах различной конструкции. Часто для гибки профиля используют рихтовально-гибочный станок, однако при этом образуются ненужные деформации (гофры, скручивание), которые с трудом поддаются правке. Детали с малым радиусом кривизны полкой наружу гнут на станках типа ЛГС прокаткой полки.

Гибку листов из алюминиево-магниевых сплавов выполняют в холодном состоянии на гибочных вальцах и листогибочных станках типа ЛГС (рисунок 2.39).

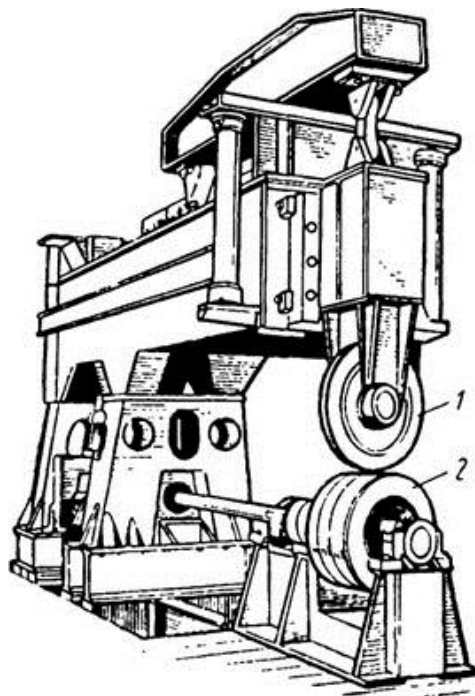


Рисунок 2.39 – Листогибочный станок типа ЛГС

Широкий диск *1* может принимать различные положения. Достигается это с помощью вала и системы рычагов станка. В нижней части станка находится барабан *2*, приводимый во вращение электродвигателем.

3 РЕМОНТ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

3.1 Подготовка дизелей к ремонту

Наиболее совершенным способом восстановления работоспособности дизелей, применяемых в качестве энергетических установок судов речного флота, является капитальный ремонт в специализированных цехах судоремонтных предприятий. Этим ремонтом в основном обеспечивают нормативные ресурсы отремонтированным дизелям. При специализации ремонта создаются хорошие предпосылки к поточной организации технологических процессов на основе типовых схем ремонта (рисунок 3.1), внедрению комплексной механизации, повышения качества ремонта и снижения его себестоимости.

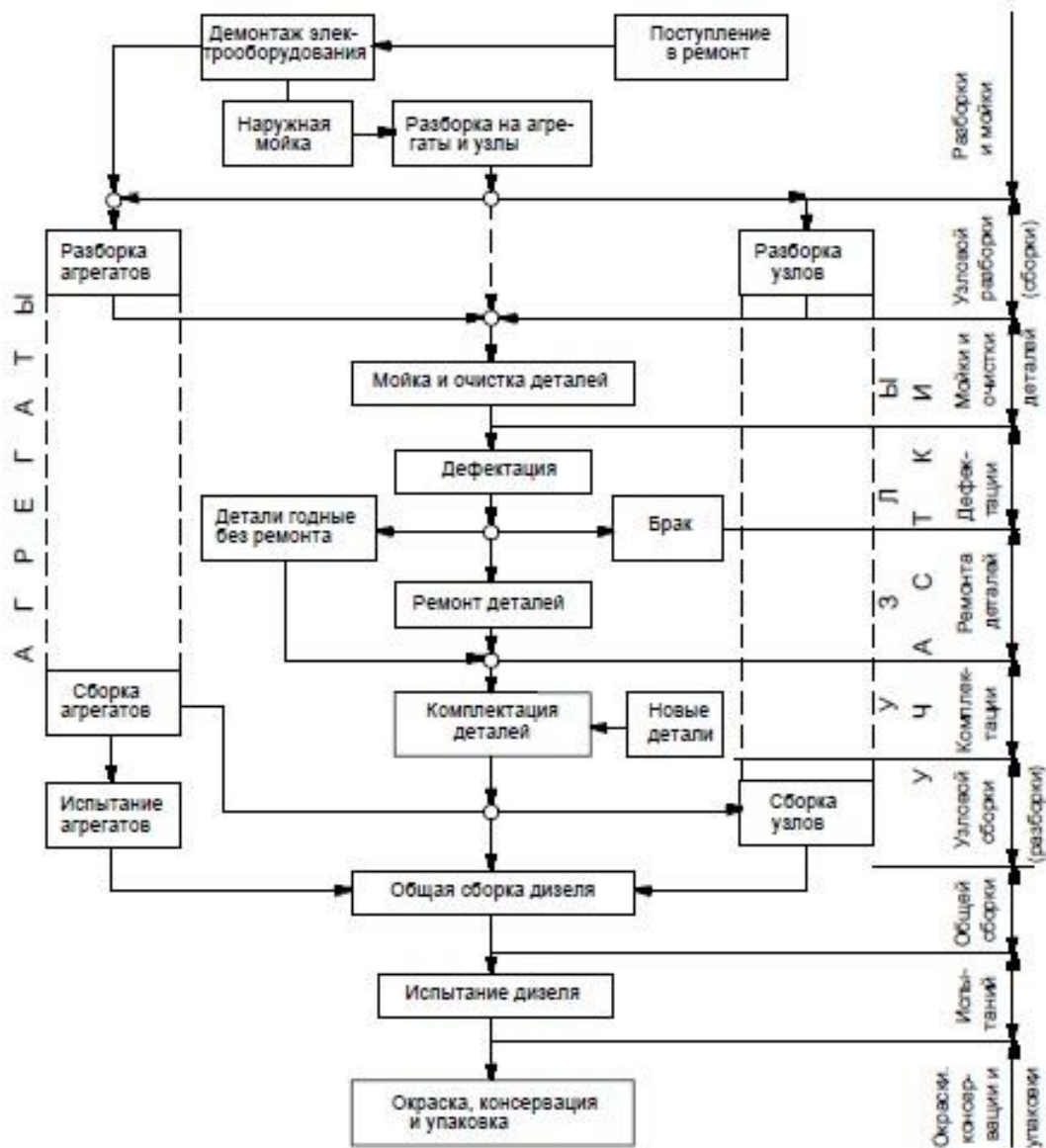


Рисунок 3.1 – Структурная схема технологического процесса ремонта дизелей в специализированных цехах

Мойка и очистка деталей являются важными характерными процессами капитального ремонта дизелей. Выбор технологических процессов мойки и очистки деталей зависит от вида загрязнений (лаковых отложений, смол, осадка).

В технологических процессах мойки и очистки чаще всего применяют щелочные растворы.

Для интенсификации процесса очистки иногда используют ультразвуковые установки (частота колебаний 18–40 кГц).

Для удаления с деталей нагара применяют специальные установки (для очистки деталей косточковой крошкой).

Дефектацию деталей судовых дизелей при ремонте осуществляют на основании существующих технических условий.

3.2 Ремонт фундаментных рам и блоков цилиндров

Ремонт этих деталей заключается в восстановлении первоначальных размеров базовых поверхностей и устранения повреждений (трещин).

Общие и надежные технологические рекомендации по заварке трещин в блоках цилиндров и фундаментных рамах литых конструкции из чугунов пока не разработаны. Отдельные процессы применяют только по согласованию с речным регистром РБ.

Техническую основу для ремонта фундаментных рам и блоков цилиндров составляет система ремонтных размеров, а требования к точности этих размеров регламентированы в технических условиях на ремонт.

3.3 Ремонт коленчатых валов

Результатами изнашивания – износами коленчатых валов – являются отклонения от круглости, биения и уменьшения диаметральных размеров коренных и шатунных шеек, а также поверхностные дефекты в виде усталостных трещин и т.п.

Износ коренных и шатунных шеек при дефектации коленчатых валов определяют путем микрометрирования. Ремонт коленчатых валов осуществляют по системе ремонтных размеров шлифованием шеек на тот или иной ремонтный размер. В условиях централизованного капитального ремонта судовых дизелей шлифования коренных и шатунных шеек коленчатых валов выполняют на специальных токарных и шлифовальных станках (таблица 3.1): коренных на станках моделей ХШ-335Н16, ХШ2-07Н2, шатунных – ХШ2-07Н2, 3А428Н025.

Перспективны методы ремонта коленчатых валов восстановлением шеек до номинальных размеров плазменным порошковым напылением с последующей механической обработкой.

Таблица 3.1

Характеристика станков для ремонта коленчатых валов

Техническая характеристика	Модель		
	XII2-07H2	XII-335H16	3A428H025
Наибольшие размеры устанавливаемого изделия, мм:			
диаметр	750	710	610
длина	2400	6000	5500
Наибольший диаметр шлифования, мм:			
в люнете	150	205	150–300
без люнета	700	–	–
Наибольшая длина шлифования, мм	400	5600	4500
Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	350	5000	3000
Наибольшее продольное перемещение стола, мм	2500	6400	4500
Угол поворота стола, град	+2 +3	4	–
Частота вращения шпинделя бабки станка, об/мин	950; 1400	170 – 1700	1500
Наибольшее поперечное перемещение шлифовальной бабки, мм	235	250	225
Цена деления лимба, мм	0,0025	0,0025	0,0025
Диаметр шлифовального круга, мм	750 – 1100	750 – 1000	1100 – 1400
Ширина круга наибольшая, мм	61	90	–
Время быстрого перемещения шлифовальной бабки, с	3	15	10
Мощность двигателя, кВт	22	25	30
Частота вращения двигателя, об/мин	970	830–1470	730

3.4 Ремонт шатунов

Результатом изнашивания шатунов является нарушение размеров и форм подшипников кривошипной и поршневой головок шатунов. В тех случаях, когда износы этих поверхностей превышают допустимые нормы, подшипники заменяют, затем одновременно обрабатывают головки и подшипники на специальных станках или растачивают с одной установки на универсальном оборудовании. Такая технология позволяет обеспечить взаимное расположение осей подшипников.

Повреждения стержней шатунов, особенно стержней шатунов высокооборотных дизелей (ВОД), в виде макро- и микротрещин при

дефектации легко выявить с помощью цветной или магнитопорошковой дефектоскопии. Устранять эти дефекты путем заварки или наплавки не допускается. Стержни шатунов иногда правят с нагревом и последующим отпуском.

Шатунные болты при капитальном ремонте, как правило, заменяют.

3.5 Ремонт цилиндрических втулок и поршней

Коррозионные разрушения посадочных поясков и наружных поверхностей цилиндрических втулок при ремонте не устраняют. Втулки с такими дефектами заменяют в соответствии с системой ремонтных размеров.

Дефекты поршневых канавок устраняют анодным окислением, которое наряду с повышением износостойкости обеспечивает восстановление размеров канавок до номинальных размеров в тех случаях, когда односторонние износы их не превышают 0,1–0,15 мм.

При централизованном капитальном ремонте поршни относят к тем деталям, которые обязательно заменяют (без дефектации и браковки).

3.6 Ремонт распределительного вала и кулачковых шайб

Ремонт распределительных валов сводится к восстановлению точности опорных шеек и рабочих поверхностей кулачковых шайб путем шлифования на ремонтный размер или хромированием (напылением) их с последующей механической обработкой. И в том и другом случае после ремонта распределительные валы должны удовлетворять следующим техническим требованиям:

Шероховатость шеек и кулачков R_a , мкм.....	0,32–0,63
Квалитет точности диаметральных размеров шеек.....	7
Биение шеек относительно оси вала, мм.....	0,02
Твердость термически обработанных шеек вала и кулачковых шайб, HRC	55–58

3.7 Ремонт подшипников скольжения

Основной износ вкладышей коренных подшипников скольжения, изготавливаемых с баббитовой заливкой, – выкрашивание антифрикционного слоя. В результате этого необходимо заменять вкладыши или их перезаливать. При централизованном ремонте дизелей специализированных цехах вкладыши коренных и шатунных подшипников обязательно заменяют в соответствии с ремонтными размерами коленчатых валов, фундаментных рам и стержней шатунов.

Все чаще применяют тонкостенные вкладыши с многослойным антифрикционным слоем для давления ≤ 350 кПа. Они взаимозаменяемы, не требуют пригонки, при судоремонте их заменяют.

3.8 Ремонт топливных насосов

Конструктивно топливные насосы судовых дизелей выполняют в виде блочных или индивидуальных плунжерных пар с различными геометрическими размерами (таблица 3.2).

Таблица 3.2

Конструктивные и эксплуатационные характеристики топливных насосов судовых дизелей

Тип насоса	Дизель	Плунжерная пара, мм		Давление опрессовки, МПа		Продолжительность падения давления от p_{max} до p_{min} , с, не менее
		диаметр	ход	максимальное	минимальное	
Блочный золотниковый с регулированием м конца подачи	6ЧСП18/22	10	10	3500	3000	40
	6ЧСР15/18	10	10	3500	3000	40
	12ЧНСП18/20	13	12	3500	3000	40
	6ЧСПН16/22,5	12	12	2700	2200	30
Индивидуальный золотниковый с регулированием м конца подачи	ЧР17,5/24	10	12	3000	2500	30
	ЧР24/36	16	10	2800	2300	40
	ЧР32/48	21	12	3000	2500	30
	ЧРН27,5/36	14	12	3000	2500	30

Результатом изнашивания плунжерной пары топливного насоса является нарушение плотности их подвижного соединения. С целью предварительной оценки этого дефекта плунжерные пары после промывки в чистом бензине и дизельном топливе проверяют на плавность перемещения плунжера в цилиндре, которое считается удовлетворительной только в том случае, если плунжер насоса выдвинуты из цилиндра на половину своей длины, плавно и без заеданий опускается в цилиндр под действием собственного веса при вертикальном положении цилиндра. Такую проверку выполняют для любых углов поворота цилиндра вокруг своей оси. Местное сопротивление, препятствующее свободному и плавному перемещению плунжера устраняют (дополнительно доводят пару).

Последним этапом контроля пригодности плунжерной пары для дальнейшего использования является опрессовывание на специальной установке.

При неудовлетворительной плотности плунжерную пару переукомплектовывают и после доводки проводят повторное испытание.

Доводку обычно ведут механизированным способом. Ее можно выполнить при следующих способах подачи абразива в зону обработки:

- непрерывная подача абразивной смеси (суспензии) на рабочие поверхности притиров;
- нанесение абразивной пасты на притир;
- доводка притирами, предварительно шаржированными зернами абразивной пасты.

Доводку прецизионных пар выполняют в две – четыре операции, постепенно понижая зернистость применяемой абразивной пасты для повышения точности и качества доводимой поверхности.

Абразивные материалы пониженной твердости (окись алюминия, окись хрома и т.п.) позволяют устранить шаржируемость их в материал деталей.

Большое значение для обеспечения качественных показателей доводки имеет материал притира и его твердость. Обычно процесс доводки ведут на притирах, твердость материала которых ниже твердости обрабатываемого материала деталей, однако не настолько, чтобы абразивные зерна внедрялись в него и снимали слой металла с детали. В отдельных случаях существенное внимание уделяют и структуре материала притира, особенно при использовании чугуновых притиров.

Топливные насосы для многоцилиндровых дизелей комплектуют плунжерными парами одной группы плотности, затем опрессовывают. Режимы опрессовки определены в технических условиях на капитальный ремонт дизелей.

3.9 Ремонт форсунок

В соответствии с техническими условиями на ремонт форсунки должны обладать заданной гидравлической плотностью, обеспечивать требуемое давление подъема иглы распылителя и качества распыливания топлива.

Гидравлическую плотность распылителей определяют на специальном стенде и оценивают ее по времени падения давления в нагнетательном трубопроводе на 500 мПа с первоначального давления, превышающего рабочее на 100-200 мПа.

Гидравлическая плотность распылителей у комплекта форсунок на одном отремонтированном дизеле не должна отличаться более чем на 25 %.

Регулирование давления подъема иглы распылителя обеспечивает соответствующей затяжкой пружины. Для этого на специальном стенде несколькими пробными впрыскиваниями топлива удаляют воздух из системы, а затем топливным насосом стенда медленно и равномерно поднимают давление в нагнетательном трубопроводе до тех пор, пока не произойдет контрольное впрыскивание. Давление впрыскивания регистрируют с помощью манометров и по фактическому значению регулируют натяжение пружины.

Качество распыливания топлива форсункой контролируют также на специальном стенде (для чего прокачивают профильтрованное дизельное топливо при частоте 40–80 впрыскиваний в минуту) визуально по туманообразному состоянию распыленного топлива или по форме отпечатков

топлива на бумажном экране, расположенном перпендикулярно оси форсунки, которая должна быть в одинаковой для всех отпечатков.

Заключительной операцией ремонта топливных форсунок является обкатка на стенде в течение 15-20 мин для окончательной приработки и проверки качества плунжерной пары, а также герметичности и надежности всех соединений форсунки.

3.10 Укладка коленчатых валов в подшипники

При сборе коленчатых валов с фундаментной рамой необходимо обеспечить: качественное прилегание вкладышей подшипников к гнездам фундаментных рам (у тонкостенных вкладышей коренных подшипников это обеспечивается автоматически благодаря их хорошей податливости); возможно больший контакт коренных шеек и антифрикционного слоя вкладыша подшипника; строгую прямолинейность оси коленчатого вала и регламентируемые монтажные зазоры в подшипниках.

Подбор вкладышей подшипников по фактическим диаметрам постелей фундаментных рам (шатунных) с обеспечением заданного натяга осуществляют по расчетным номограммам.

Выполнение технических требований к качеству контакта коренных шеек и нижних половин вкладышей подшипников (75–80 % поверхности с равномерно расположенными пятнами контакта), а также к прямолинейности оси коленчатого вала, контролируемой по раскепам (0,02–0,04 мм в зависимости от марки дизеля), в ряде случаев обеспечивают пришабриванием вкладышей с достаточно толстым антифрикционным слоем.

Монтажные зазоры в подшипнике устанавливают после предварительной оценки фактических размеров этих зазоров щупами, выжимками или непосредственными измерениями размеров шеек вала и расточки вкладыша.

3.11 Сборка деталей шатунно-поршневой группы

При сборке собственно шатунно-поршневого узла и его сочленений с коленчатым валом должны быть выполнены технические требования, предъявляемые к качеству соединения шатунного подшипника с шатуном и коленчатым валом, а также обеспечены регламентируемые зазоры и совпадения осей в сборочной единице «цилиндровая втулка – поршень».

Методы, требования и последовательность сборки шатунного подшипника практически ничем не отличаются от сборки коренных вкладышей.

При централизованном ремонте дизелей более перспективно и современно графоаналитическая оптимизация сборки кривошипно-шатунных механизмов, так как она может быть легко реализована на ЭВМ, входящих в состав автоматизированных систем технологической подготовки производства, и отличается однозначностью получаемых результатов.

4 РЕМОНТ СУДОВЫХ КОТЛОВ

4.1 Износы, повреждения и дефектация судовых котлов

Основными повреждениями паровых котлов являются разъедания металла под действием коррозии и эрозии, течь в соединениях, трещины и разрывы, остаточная деформация расслоение металла.

Разнородные металлы (стальные коллекторы и трубы, бронзовая и чугунная арматура) в узлах котлов, а также корродированные участки котлов образуют гальванические пары и вызывают электрохимическую коррозию. Эрозионные разрушения от воздействия протекающего пара и частиц воды наблюдается с внутренней стороны, а от воздействия газов и твердых частиц – с наружной.

Наблюдения и контроль за техническим состоянием судовых котлов при эксплуатации судов внутреннего плавания осуществляет Речной Регистр РФ путем наружных и внутренних осмотров и гидравлических испытаний.

Очередные наружные осмотры котла под паром проводят не реже одного раза в год и приурочивают к выходу судов в плавание после зимнего отстоя или ремонта. Внутреннее освидетельствование проводят не реже одного раза в два года и приурочивают к моменту дефектации котлов перед ремонтом.

Гидравлические испытания проводят регулярно, не реже одного раза в 8 лет независимо от технического состояния котлов. В процессе испытаний выявляют техническое состояние котлов, пригодность их к дальнейшей эксплуатации, объем необходимого ремонта. Котлы подвергают гидравлическим испытаниям в соответствии с ГОСТом.

Результаты освидетельствований (испытаний) и требования об устранении дефектов должны быть записаны в Регистровую книгу котла, кроме того, должен быть составлен акт по соответствующей форме.

4.2 Технология ремонта судовых котлов

Выявленные дефекты котлов (после очистки) устраняют одним из следующих способов ремонта:

- электронаплавкой поврежденных коррозией и эрозией участков;
- постановкой вставок; устранением течи в соединениях;
- правкой выпучин;
- заменой основных частей котлов (таблица 4.1).

Ремонт путём постановки вставок (заплат) является одним из распространенных и эффективных методов ремонта котлов и теплообменных аппаратов. Такой метод ремонта обычно применяют при постановке вставок в нижних частях коллекторов водотрубных котлов в районе подвижных опор, на жировых трубках и стенках огневых камер огнетрубных котлов, при замене корродированных частей котлов-утилизаторов и т.д.

Таблица 4.1

Износы, повреждения и способы ремонта котлов

Виды повреждений	Способы ремонта
Накипь и следы коррозии Коррозионные и эрозионные разъедания	Очистка котлов Электронаплавка Вварка вставок Замена отдельных частей деталей
Течь в соединениях	Уплотнение путем чеканки, вальцевания и сварки.
Трещины и разрыв отдельных частей (труб и связей)	Вварка вставок Замена отдельных частей Заварка трещин Вварка вставок Смена отдельных частей
Остаточные деформации (выпучины, проседания)	Вварка вставок Правка Замена отдельных частей
Расслоение металла	Вварка вставок Замена отдельных частей

Согласно Правилам Речного Регистра РБ при ремонте котлов допускается постановка вставок исключительно встык.

В качестве материалов для вставок паровых котлов с рабочей температурой до 400 °С используют марки сталей 15К, 20К, 25К.

К дефектам паровых котлов относят коррозионный износ и трещины на дымогарных трубках, обгорание и износ концов дымогарных трубок, обгорание и износ концов дымогарных трубок, износ и деформацию трубных досок около отверстий, утонение решеток вследствие коррозии.

Причины возникновения дефектов:

- коррозионное воздействие газов и воды; нарушение инструкции по эксплуатации при работе котлов;
- упуски воды из котла;
- нарушение режима горения топлива в форсунке и направленности факела;
- нерегулярная чистка трубок от сажи;
- нарушения правил ввода холодного котла в эксплуатацию.

Перед ремонтом котла выполняют подготовительные работы: котёл отсоединяют от всех трубопроводов, снимают топливную аппаратуру и котёл с фундамента, затем краном подают его на берег и доставляют в цех.

При замене дымогарных трубок удаляют старые трубки, развертывают отверстия в трубных досках, заготавливают новые трубки, устанавливают их на место и приваривают к трубным доскам.

Котёл после ремонта доставляют на судно, монтируют на фундаменте, соединяют с трубопроводами, устанавливают приборы контроля и безопасности. Котёл и трубопроводы заполняют водой, подключают топливную систему, растопляют согласно инструкции в течение не менее 4 ч до рабочего состояния.

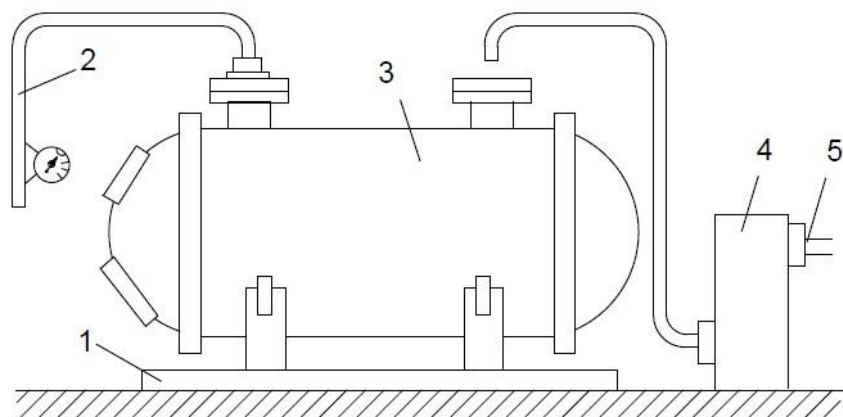
4.3 Ремонт теплообменных аппаратов

Судовые теплообменные аппараты предназначены для обслуживания судовых энергетических установок, судовых систем и устройств вспомогательного и технологического оборудования.

В процессе дефектации выявляют трещины, свищи, коррозионные разрушения, вмятины и пр.

Гидравлическим испытаниям на прочность подвергают корпуса аппаратов, крышки, трубки батарей, трубные доски, арматуру, трубы, корпуса кранов и клапанов. При этом определяют наличие скрытых трещин, раковин, коррозионное разрушение. Гидравлическим испытанием на плотность подвергают вальцованные соединения трубок с трубной доской, штуцерные, паянные соединения трубок, плотность притирки клапанов и пробок арматуры, фланцевые соединения и т.п. Значения пробного давления при испытаниях на прочность и плотность принимают согласно техническим условиям, приведенном на чертеже, в формуле на данный аппарат, арматуру, в зависимости от рабочего давления и температуры рабочей среды.

Для проведения гидравлических испытаний в цехе предусматривают специализированный участок испытательных стендов. На рисунке 4.1 изображен стенд для гидравлических испытаний аппаратов. Узлы и детали считают выдержавшими гидравлические испытания, если при постоянном пробном давлении в течение 10 мин на поверхности (в местах соединений) не наблюдаются протечки, капли, отпотевания.



1 – установочное приспособление; 2 – труба от насоса высокого давления; 3 – аппарат;
4 – фильтр; 5 – трубопровод

Рисунок 4.1 – Стенд для гидравлических испытаний аппаратов водой

В том случае, когда утонение стенок корпусов аппаратов составляет до 10 % толщины стенки по чертежу, корпус может быть оставлен для дальнейшей эксплуатации, если не обнаружено других дефектов. При утонении стенок более 10–15 % и без других дефектов толщина стенки корпуса должна быть проверена расчётом на прочность.

Способы ремонта корпусов аппаратов зависят от их конструкции. Глубокие раковины и свищи в стенках обечайки и патрубков устраняют путём наплавки или заваривают при условии, что число дефектов не более двух на 1 дм², а площадь поражения свищами не превышает 10 % всей обечайки.

Трещины в корпусах аппаратов устраняют с помощью электродуговой сварки в случае, если общая длина трещин не превышает 20 % длины обечайки.

Детали корпуса, имеющие в результате коррозионного разъедания утонение до 20 % первоначальной толщины, допускается восстанавливать путём наплавки в том случае, если общая площадь корродированной поверхности не превышает 5 % всей площади детали (патрубка, обечайки, ребра). При наплавке значительных площадей весь участок разбивают на квадраты размерами 100X100 мм. Для уменьшения сварочных напряжений и деформации наплавку выполняют в шахматном порядке. Рекомендуются зону наплавки перед восстановлением подогреть до температуры 200–250 °С. После наплавки поверхности зачищают и закрашивают.

Технология ремонта теплообменных аппаратов зависит от их конструктивного исполнения. Если крепление трубок охладителей, подогревателей или конденсаторов к трубным доскам выполнено с помощью сальниковых втулок, все дефектные трубки заменяют новыми. Ремонт выполняют в такой последовательности:

- вывинчивают сальниковые втулки и удаляют старую набивку;
- вывинчивают трубки из гнезд трубных решеток;
- изготавливают новые трубки;
- устанавливают новые трубки на место;
- ставят новые набивки;
- закрывают и обжимают сальниковые втулки;
- проводят гидравлические испытания.

В том случае, когда крепление трубок в трубных досках выполненного путём вальцовки, старые трубки вырезают внутренним труботором (рисунки 4.2, 4.3). Зачищают гнезда трубных решёток, вставляют новые трубки и закрепляют их с помощью вальцовки. Завальцованные выступающие концы трубок разбуртовывают легкими ударами по оправке, вставленной в трубу.



Рисунок 4.2 – Внутренний труборез



Рисунок 4.3 – Труборез БОБР

Труборез БОБР (Россия) предназначен для качественной механической резки, торцовки и снятия наружной и внутренней фаски труб диаметром от 16 мм до 1900 мм в стационарных и монтажных условиях

При ремонте корпусов теплообменных аппаратов места коррозионных разрушений зачищают, обезжиривают ацетоном и заделывают эпоксидной смолой.

5 РЕМОНТ СУДОВЫХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

5.1 Повреждение основных деталей судовых механизмов. Организации их ремонта

Узлы и детали судовых механизмов в процессе их эксплуатации в результате трения, эрозии и кавитации изнашиваются.

Изнашивающее воздействие на поверхности детали может быть:

- выглаживающим (нормальным);
- с пластической деформацией микронеровностей;
- при задирах и заеданиях;
- при схватывании;
- ускоренным с сохранением примерно одинакового рельефа – при абразивном воздействии;
- быстрым с образованием глубоких каверн и местных очагов разрушения (при кавитации).

Результат изнашивания – износ, т.е. изменение размеров, формы, массы или состояния поверхности детали, влияющие на нарушение взаимодействия сопрягающихся элементов механизма.

Изнашивание детали судовых механизмов делят на три периода:

первый – взаимная приработка деталей с выглаживанием трущихся поверхностей;

второй – период нормальной эксплуатации, когда при работе медленно увеличивается зазор между деталями;

третий – зазор достиг критического значения, дальнейшая работа механизма без ремонта ведет к быстрому изнашиванию и резкому ухудшению технико-экономических показателей механизма.

Механизмы, поступающие на ремонт, группируют по размерам и назначению, сходности технологии ремонта, выполняют их мойку, разбирают, маркируют, вновь промывают и затем дефектуют. Не подлежащие восстановлению и ремонту деталей бракуют.

В процессе ремонта детали подвергают механической, термической и химико-термической, восстановлению на номинальный или на один из постоянных ремонтных размеров, упрочняют и направляют на комплектацию.

5.2 Ремонт центробежного насоса

Ремонт центробежного насоса необходим вследствие истирания, образования задиров, коррозии рабочего колеса и корпуса насоса, а также изнашивание шеек вала и нарушение его круглости относительно оси насоса.

Износ шеек вала и его изгибы могут быть устранены металлизацией или хромированием изношенных поверхностей и правкой на станке.

Изношенные шариковые роликовые упорные и опорные подшипники при ремонте заменяют новыми. Подшипники скольжения перезаливают, а

резина-металлические заменяют новыми при достижении предельно допустимого зазора между валом и подшипником.

Изношенные места рабочего колеса и корпуса насоса восстанавливают путем наплавки металла с последующей проточкой и шлифовкой, после чего рабочее колесо подвергают балансировке.

Требования к точности изготовления и шероховатости рабочих поверхностей деталей согласно техническим условиям на ремонт насосов такие же, как и для новых механизмов данного назначения.

Сборочными базами насоса служат плоскость разъема корпуса и ось отверстия, через которое проходит вал. Угол между этими базами не должен отклоняться от 90° более чем на 0,05 мм на 1 метр длины вала.

Плоскости разъема корпуса при их подгонке на краску должны примыкать одна к другой с плотностью не менее двух пятен на 1 см^2 . Щуп толщиной 0,05 мм не должен проходить между соединенными частями корпуса насоса и вкладыша подшипника.

Зазор между подшипниками скольжения и валом не должен превышать 0,2 мм; зазор в верхнем подшипнике должен быть 0,05 – 0,2 мм. Радиальные и осевые зазоры для центробежным одноступенчатых насосов (вертикальных) должны быть равны между собой. Монтажные зазоры – в пределах 0,1-0,58 мм, допустимые – 0,85, предельные – 1мм.

Допустимый зазор для центробежных насосов приведены в таблице 5.1. отклонение от оси вала корпусов подшипников при ремонте насосов допускается не более 0,05 мм.

Таблица 5.1

Допустимые и предельные зазоры между рабочим колесом и корпусом насоса

Типы насосов	Зазоры, мм		
	Монтажные радиальные и осевые	Допустимые при ремонте	Предельный
Вертикальный одноступенчатый несамовсасывающийся консольный	0,28–0,60	0,70–0,85	1,0
То же, уравновешенный			
Горизонтальный двухступенчатый	0,05–0,53	0,15–0,85	1,0
самовсасывающий	0,06–0,80	0,25–0,9	1,0

После завершения центрирования насоса набивают сальники, крышки стягивают гайками, присоединяют трубопроводы и проводят гидравлические испытания системы на плотность давления 0,3 Мпа в течении 10 минут, после

чего проверяют технические характеристики насосов, развиваемые им давление и подачу.

5.3 Ремонт шестерного насоса

В процессе эксплуатации у шестерного насоса изнашиваются и повреждаются шейки вала, подшипники, зубья и корпус. Порядок разборки, дефектации, ремонта, обкатки и испытаний этого насоса существенно не отличается от аналогичных операций при работе центробежного насоса.

5.4 Ремонт брашпиля и лебедки

У брашпиля изнашиваются приливы звездочек, кулачки муфт, шейки валов, подшипники, зубья передач, тормозные колодки, вельпсы турачков. Изношенные шейки валов восстанавливают металлизацией или электронаплавкой металла с последующей термической и механической обработкой и шлифованием.

Подшипники скольжения перезаливают, протачивают и подгоняют к шейке или заменяют на следующий ремонтный размер, соответственно протачивая шейку вала. Зубчатые колеса ремонтируют путем электронаплавки металла по медному шаблону с последующей опиловкой или заменяют новыми. Изношенные тормозные ленты также заменяют новыми.

5.5 Ремонт рулевых машин и рулевого устройства

В результате длительной эксплуатации рулевых машин изнашиваются зубья передач, червячные валы, происходит истирание звездочек, цепных барабанов, могут возникать задиры и трещины на шейках валов. Характерными неисправностями гидравлических машин является износ уплотнений, втулок шарнирных соединений и румпельного «яблоко».

Неравномерное незначительное истирания шеек червячного вала и гребня червяка устраняют шлифованием. В случае значительного изнашивания ремонтируют с помощью металлизации или заменяют новыми.

Изношенные и поврежденные зубчатые колеса не ремонтируют, а заменяют новыми, учитывая ответственное назначение рулевых машин на судне. У червячного зубчатого колеса обычно заменяют бронзовый венец.

Истирание цепных барабанов устраняют путем электронаплавки металла и последующей зачистки его наждачной машинки.

Подшипники и подпятники рулей выполняют из бронз марок БрА9Мц2Л и БрА9Ж3Л, имеющих высокую коррозионную стойкость, или используют не металлические материалы (капролон, ДСП-А и др).

Манжеты гидравлических уплотнений выполняют из повышенных маслобензостойкости.

5.6 Ремонт якорного, швартовного, буксирного и шлюпочного устройств

Якорные клюзы при обнаружении в них трещин и мест значительного местного истирания ремонтируют с помощью электросварки. Изношенные звенья якорной цепи, если они расположены на небольших участках, также ремонтируют путем электронаплавки качественными электродами типа Э42. В случае если износ цепи на значительной длине превышает предельные значения цепь заменяют. При обнаружении хрупкости звеньев якорной цепи наклепа и трещин цепь также необходимо заменить. Якорную цепь периодически (раз в 2–3 года) подвергают отжигу при температуре 800 °С в течении 4 часов с последующим медленным охлаждением и испытывают под нагрузкой согласно требованиям Речного Регистра РБ.

Кнехты и киповые панки ремонтируют путем электронаплавки металла на подрезанные участки, а трещины заливают с предварительной разделкой кромок. При изготовлении поковок рулевого, буксирного и шлюпочного устройств должны соблюдаться требования ГОСТ 8536-79. Петли, пятки, фланцы и гелмпортовые трубы устройств изготавливают из стальных отливок марок 20Л, 25Л, 30Л.

Набивки, уплотнения и манжеты изготавливают из резины круглого или квадратного или поперечного сечения средней твердости 4С или 1С по ГОСТ 6467-79 либо из листовой резины по РС-553-68. В качестве набивочного материала используют набивки марок ПП и ХБП по ГОСТ 5152-84. При установке на судне все капитально отремонтированные механизмы, не спаянные двигателем подлежат центрированию, которые выполняются с помощью шупа, линейки, индикаторов или стрелок.

В муфтовых соединения применяют следующие допуски:

- для жестких соединений валов (фланцевые или свертные муфты) – смещение не более 0,05 мм, излом 0,05 мм/м;
- для соединений кулачковыми и зубчатыми муфтами – смещения до 0,1 мм, излом 0,1 мм/м;
- для соединений упругими муфтами – смещения не более 0,1 мм, излом до 0,15 мм/м.

Отцентрированные совместно с двигателем механизмы прочно закрепляют на фундаменте.

Ремонт вспомогательных механизмов упрощается при выполнении его модельно-блочным или агрегатным методом в кооперации со специализированными предприятиями или цехами.

6 РЕМОНТ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ СУДОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

6.1 Износы, повреждения, дефектация и демонтаж трубопроводов

Различают повреждения трубопроводов эксплуатационные, не прогрессирующие во времени (вмятины, забоины на трубах, повреждения резьбы резьбовых соединений, поломка арматуры, выход из строя контрольно-измерительных приборов и др.), и износы.

Основным видом изнашивания является гидроэрозионное. Этот вид изнашивания возникает главным образом вблизи местного гидравлического сопротивления на прямом участке трубы («в опасной зоне»).

Длина опасных зон около различных мест гидравлических сопротивлений различна.

Перед началом демонтажных работ на каждую систему и трубопровод необходимо составить демонтажную схему с описью труб и арматуры. Перед демонтажем судовых систем должны быть выполнены следующие работы:

- проверено отсутствие в системах и трубопроводах рабочей среды;
- проведена дезинфекция (в необходимых случаях);
- проведена дегазация и промывка грузовых и зачистных систем;
- снята изоляция в местах путевых соединений труб и арматуры.

При разборке трубы маркируют в соответствии с демонтажными схемами и подетальными описями.

6.2 Основные методы ремонта трубопроводов и их элементов

Основные способы заводского ремонта труб:

- замена элементов и участков трубопровода новыми;
- наружное покрытие элементов трубопровода пластмассой;
- при помощи сварки.

Не допускаются:

- ремонт труб с антикоррозионными покрытиями при помощи сварки;
- установка в трубопровод с антикоррозионным покрытием элементов из стальных труб без покрытий;
- соединений элементов трубопровода с антикоррозионным покрытием с помощью сварки.

При замене элементов трубопровода необходимо соблюдать требования и технические указания ОСТ5.5079-80.

При ремонте элементов трубопровода путем наружного покрытия пластмассы на трубу в пределах опасной зоны наносят покрытие из стеклопластика. Последовательность операций при этом способе ремонта видна на рисунке 6.1.

Судовые трубопроводы изнашиваются крайне неравномерно: отдельные участки труб могут служить более 15–20 лет, а другие выходят из строя через

2–3 года. При чем быстрое изнашивание этих участков обусловлено язвенной коррозией. Поэтому при ремонте после образования сквозных язв трубы покрывают пластмассами, в результате чего прочность будет по-прежнему обеспечивать металл, а герметичность – нанесенное снаружи пластмассовое усиление.

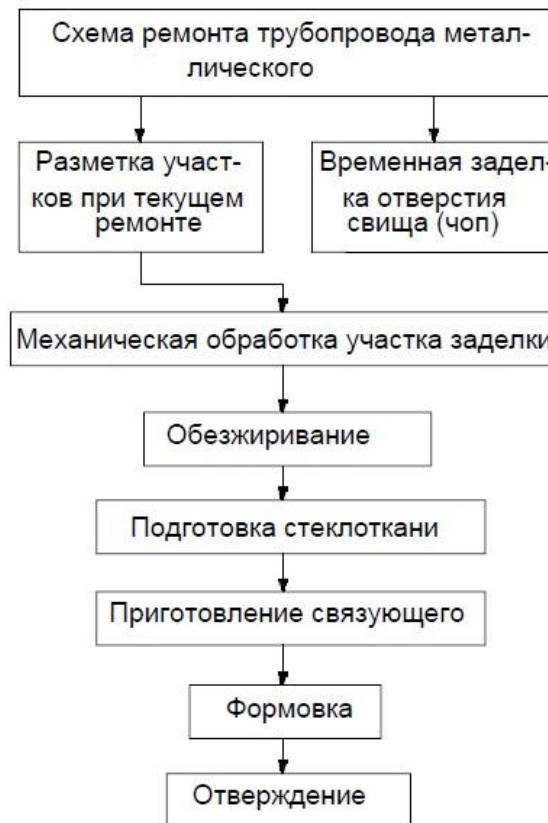


Рисунок 6.1 – Последовательность операций при ремонте трубопровода стеклопластиком

При старении пластмассового покрытия его заменяют новым, а трубопровод продолжает работать до тех пор, пока стальная труба не потеряет прочность. Такой метод ремонта может обеспечить работу систем до капитального ремонта судна без замены участков труб.

Еще большего эффекта можно достичь, если вместо стеклопластика использовать терморadiационные пластмассы. Одним из наиболее распространенных представителей терморadiационных пластмасс является полиэтилен. Для ремонта и усиления трубопровода судовых систем терморadiационные пластмассы могут быть применены в виде трубок «Терморад ТТ» и пленки «РМ ТЭЛ-К».

6.3 Анतिकоррозионная защита трубопроводов и изоляция

В зависимости от конкретных условий эксплуатации и экономических соображений могут оказаться оптимальными следующие мероприятия по защите труб от коррозии:

- оптимизация режима работы системы и применение специальной водоподготовки;
- прокладка системы с минимальным количеством трубопроводных элементов вследствие установки местных прокачивающих или теплообменных средств;
- защита внутренних поверхностей труб путем нанесения антикоррозионного покрытия;
- применение труб из коррозионно-стойких материалов;
- наружное усиление труб пластмассами в районах интенсивного коррозионного изнашивания.

6.4 Монтаж и испытание трубопроводов

Сборку новых труб с фланцами и отрезками при судоремонте осуществляют следующими способами: по демонтированным трубам, по шаблонам-макетам и подгонкой по месту. Наиболее распространен на практике способ сборки по демонтированным трубам. В этом случае демонтированную трубу устанавливают в позиционеры и фиксируют положение ее фланцев, затем убирают, а на ее место устанавливают новую трубу до совпадения отверстий ее фланцев с фланцами, находящимися в позиционерах. Затем старую трубу снимают и на ее место устанавливают новую. Фланцы этой трубы сначала прихватывают с помощью сварки и после проверки окончательно приваривают.

Монтаж трубопроводов на судне, как правило, начинают от мест присоединения к механизмам, котлам, донной, бортовой и переборочной арматуре.

Все трубопроводы на судне после изготовления или ремонта подвергают гидравлическим испытаниям. Вместо гидравлических испытаний на плотность для трубопроводов с рабочим давлением до 1,6 МПа допускается испытания сжатым воздухом по ОСТ5.5779-72.

Для систем судовых энергетических установок значение пробных давлений для испытаний на прочность принимают по Правилам Регистра Речного регистра РФ. P – рабочее давление в данном трубопроводе, МПа.

7 РЕМОНТ ВАЛОПРОВОДОВ, ДВИЖИТЕЛЕЙ И НАСАДОК

7.1 Повреждения. Дефектация валопроводов, винторулевого комплекса и их деталей

Основными причинами повреждений деталей валопровода и винторулевого комплекса (ВРК) являются: расцентрирование валопровода, трение, коррозия, эрозия, фреттинг-коррозия, усталостные явления и др.

Эрозионное и кавитационное изнашивание деталей происходит в основном от динамического воздействия потока воды.

Фреттинг-коррозия – это разрушение поверхности металла в условиях, когда две контактирующие поверхности номинально не подвижны, но под воздействием знакопеременного изгиба или кручения периодически взаимно перемещаются. Этот вид коррозии наблюдается между конусов гребного вала и винта, гребным валом и облицовкой гребного вала и особенно интенсивен в морской воде.

Усталостные разрушения деталей ВРК проявляются главным образом на гребных валах как результат циклических знакопеременных нагрузок, возникающих при работе деталей ВРК от действия гидродинамических сил и их моментов, наличия расцентровок, неравномерного изнашивания опор и т.д.

Разрушение насадок гребного винта обычно происходит в районе их цилиндрической части, где зазор между лопастями гребного винта и насадкой минимален.

7.2 Ремонт деталей валопроводов и движительного-рулевого комплекса

Технические требования к судовым валопроводам должны соответствовать отраслевому стандарту ОСТ «Валопроводы судовые. Механическая обработка валов и их деталей».

Изогнутость валов исправляют, применяя местный подогрев, а при малых стрелках прогиба – в холодном состоянии. При этом изогнутый вал устанавливают в центрах токарного станка или в специальном приспособлении. В месте наибольшего изгиба устанавливают домкрат и выгибают вал в противоположную сторону.

В процессе ремонта гребных валов часто приходится заменять облицовкой новыми, для чего старые облицовки удаляют, а посадочные места при необходимости протачивают. Облицовки отливают из бронзы или латуни, затем подвергают предварительной механической обработке и гидравлическому испытанию на давление 0,15 МПа.

В целях экономии цветного металла на гребные валы устанавливают биометаллические облицовки, которые изготавливают из обычной углеродистой стали, наплавляя на них слой бронзы или нержавеющей стали.

На участках гребных валов, расположенные между бронзовыми облицовками, для предохранения от коррозии наносят различные антикоррозионные покрытия (пасты, стеклоткань на эпоксидной смоле и т.п.).

При ремонте гребных винтов кавитационные разъедания в коренной части лопасти глубиной до 0,4 ее толщины заваривают, а при большей глубине винт заменяют новым.

Трещины лопасти винтов рассверливают по концам сверлом диаметром, равным 0,2 толщины лопасти, зенкуют и заваривают.

Основным документом, который регламентирует требования к отремонтированным гребным винтам, является ГОСТ 8054-81 «Винты гребные металлические. Общие технические условия».

7.3 Пробивка осевых линий валопроводов, их сборка и центрирование

В зависимости от конструкции валопровода, основной характеристикой которого является его длина, согласно ОСТ 5.4078-73 применяют несколько способов центрирования теоретической оси валопровода как при постройке, так и при ремонте судов.

Длиной валопровода называют расстояние от кормового подшипника главного судового двигателя до дейдвудной опоры.

Положение теоретической оси валопровода определяют по центрам мишеней, установленных по плазовым координатам при постройке судна и материализованных на ремонтируемом судне положением дейдвудной трубы, а также по отверстию на носовой переборке машинного отделения или положению фланца главного двигателя.

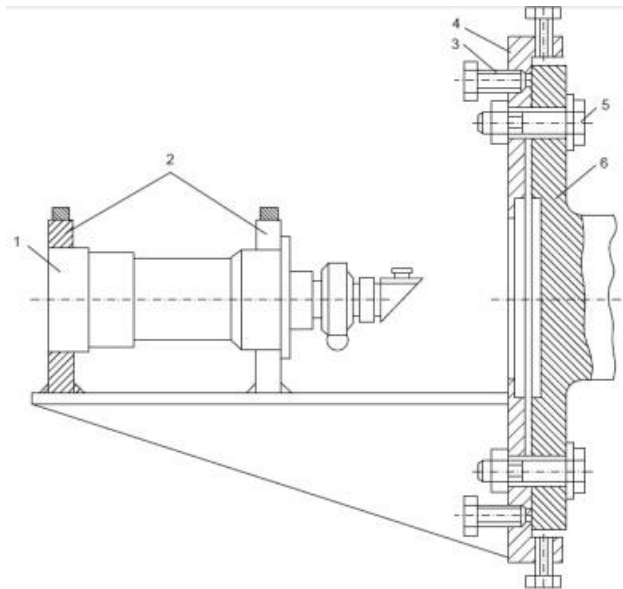
Теоретическая ось может быть зафиксирована тонкой стальной проволокой (стеклинем), натянутой подвешенным на конце ее грузом.

Пробивку оси с помощью стального стеклина можно осуществлять для валопроводов длиной не более 15 м, при чем необходимо учитывать провисание стеклина от собственной массы.

Более точно теоретическая ось может быть пробита при помощи оптического прибора или светового луча.

В последнее время для центрирования теоретической оси валопровода на крупных заводах стали применять точные оптические приборы для проверки прямолинейности, плоскостности и соосности, такие, например, как оптические струны ДП-477, ППС-11, ДП-725 или автоколлиматорная оптическая струна ОС-3М.

При пробивке теоретической оси валопровода с помощью оптического прибора для установки последнего необходимо использовать приспособление (рисунок 7.1), конструкция которого позволяет изменять положение прибора при его центрировании по базовым мишеням.

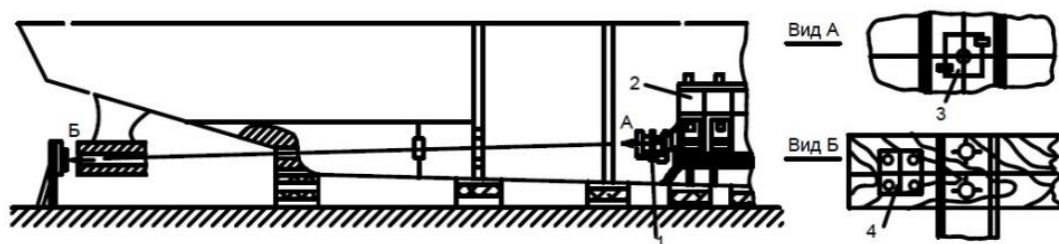


1 – визирная труба; 2 – опоры кронштейна; 3 – регулировочные болты; 4 – фланец кронштейна; 5 – болты крепления; 6 – вал

Рисунок 7.1 – Схема крепления визирной трубы на фланце вала

Схема крепления визирной трубы на коленчатом валу главного дизеля видна на рисунке 7.2.

После пробивки линии валопровода и фиксирования этой линии в местах опор приступают к сборке и центрированию валопроводов.



1 – кронштейн с визирной трубой; 2 – главный двигатель; 3 – носовая мишень; 4 – кормовая мишень

Рисунок 7.2 – Схема центрирования главного двигателя в корпусе судна

7.4 Сборка и проверка установки осевой линии валопроводов и движительно-рулевых комплексов

Сборку валопровода обычно осуществляют в 2 этапа. На *первом этапе* монтируют дейдвудное устройство и гребные валы на судоподъемном сооружении, а на *втором этапе* – промежуточные валы и главный двигатель при положении судна на плаву.

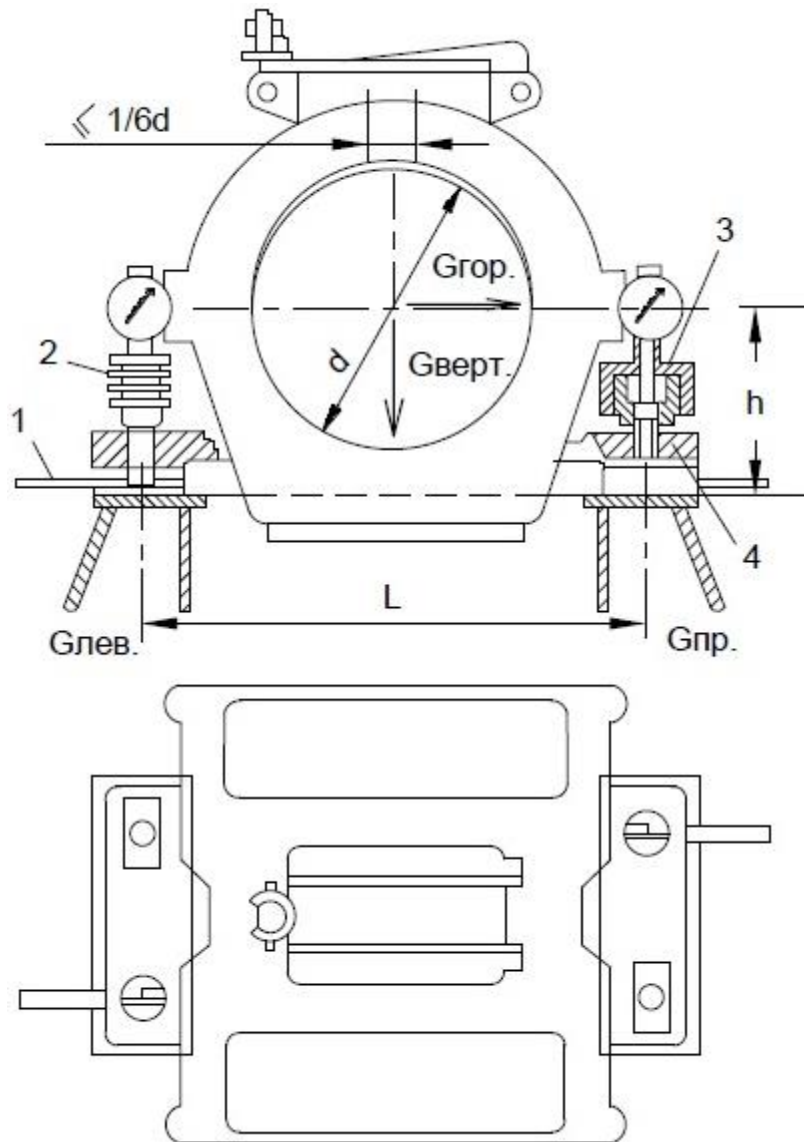
При проверке линии валопроводов по стрелам за базу принимают обычно фланец дейдвудного вала.

После проверки и выравнивания положения вала на подшипниках путем их шабрения или установки прокладок проверенную пару фланцев скрепляют болтами. Базой для центрирования следующего вала служит носовой фланец проверенного вала.

Центрирование валопроводов по нагрузкам осуществляют способом регулирования фактических нагрузок на подшипники. Положение подшипников собранного валопровода регулируют специальными динамометрами с целью установки расчетных нагрузок на всех подшипниках. Динамометры устанавливают под лапы (рисунок 7.3). Расположенные по диагонали, а две другие лапы при измерении освобождают от крепящих болтов. Полученные значения нагрузок сравнивают с допустимыми.

Результаты определения фактических нагрузок на каждом промежуточном подшипнике записывают в таблицу.

После того как проведенное центрирование признано удовлетворительным, измеряют требующуюся высоту клиньев под всеми подшипниками. После пригонки клиньев осуществляют проверочное центрирование валопровода. После обработки отверстий и установки всех крепежных болтов результата центрирования валопровода по нагрузкам на подшипники предъявляют ОТК предприятия.



1 – ключ-гайка; 2 – динамометр; 3 – пружина; 4 – лапа подшипника
Рисунок 7.3 – Схема установки динамометра на подшипник

8 РЕМОНТ РАБОЧИХ УСТРОЙСТВ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ СНАРЯДОВ И ГИДРОПЕРЕГРУЖАТЕЛЕЙ

8.1 Износы и повреждение деталей рабочих устройств гидроперегрузателей и дноуглубительных снарядов

В результате постоянного взаимодействия с грунтом рабочее устройство дноуглубительных снарядов изнашивается, а возникающее в процессе эксплуатации ударные нагрузки могут вызвать снижение механической прочности и поломки отдельных деталей и этих устройств.

Интенсивность изнашивания деталей зависит от особенностей разрабатываемого грунта (плотности, твердости, крупности фракции, окатанности частиц), механических свойств материала деталей и его структуры, качество монтажа узлов и относительной скорости соударения.

К наиболее частым повреждениям деталей рабочих устройств дноуглубительных снарядов можно отнести:

- обрыв черпаковой цепи при хрупком разрушении черпаковых пальцев;
- изгиб нижних концов черпаковых рам в результате расклинивания щек из-за намотавшихся на шейку вала нижнего барабана стального каната, проволоки и т.п.
- поломки лопасти рабочего колеса насоса попавшими в грунтовый тракт камнями или металлическими предметами;
- изгиб и поломку реборд нижнего барабана черпаковой цепью сошедшей в результате попадания в шлейф теплой древесины;
- обрыв цапф направляющей рамы всасывающей трубы;
- разрыв черпака и поломки ножей (лепестков) механического рыхлителя;
- изгиб и поломку закорных свай, разрушения сваенаправляющих устройств и деформацию стенок свайных колодцев;
- обрывы соединений плавающего грунтопровода.

8.2 Ремонт грунтоприемных устройств грунтовых насосов пульпопроводов землесосного снаряда

Ремонт рамы всасывающей трубы и грунтоприемных труб сводится к правке и замене поврежденных элементов, а также продольных и диагональных связей, лобовых листов и подкреплению ослабленных мест приварными накладками.

Трубчатые распределительные коллекторы и сопла гидравлических рыхлителей, как правило, заменяют новыми.

Наиболее уязвимой деталью механического рыхлителя являются лепестки (ножи, фрезы), непосредственно контактирующее с грунтом.

Наиболее характерными повреждениями фрез являются износ или нарушение целостности режущих кромок лепестков-ножей, поломка консольной части ножа и спиц фрез открытого типа, отрыв ножа, деформация и излом ножей и заднего опорного кольца, ослабление посадки фрезы на конусе вала рыхлителя.

Изношенные части режущих кромок ножей восстанавливают наплавкой металла. Сначала пламенем газовой горелки срезают остатки старой наплавки, места резки зачищают наждаком. Восстанавливают лепесток-нож до номинальных размеров и формы наплавкой качественным электродом с последующим нанесением изностойкого покрытия.

Ремонт валопровода механического рыхлителя землесосного снаряда принципиально не отличается от ремонта гребных валов винтовых теплоходов.

Характерными дефектами концевого вала рыхлителя являются износ и разработка шпоночных пазов на посадочном конусе фрезы, износ концевой шейки вала, разработка шпоночных пазов вместо посадки соединительной полумуфты.

Концевая шейка вала по всей длине покрыта бронзовой защитной втулкой-рубашкой. Изношенную втулку снимают, протачивая вал на станке. Для восстановления первоначальных размеров шейки вала допускается после проточки посадить на нее под прессом новую втулку-рубашку, выточенную из бронз марок Бр010Ц2Л, Бр05Ц5С5Л, Бр08Ц4Л, БрСуНЗЦ3С20Ф, или наплавить шейку вала, затем проточить ее до требуемого наружного диаметра.

Если шейка вала будет оставлена стальной без втулки-рубашки, то целесообразно для упрочнения ее накатать роликом.

При наступлении предельного износа вкладыши опорных подшипников заменяют новыми соответствующего ремонтного размера, шейки валов протачивают, шлифуют и накатывают роликом.

Разработанные шпоночные пазы на концах валов и в ступицах соединительных муфт восстанавливают путем наплавки металла и обработки на проектный размер. Соединительные болты муфт заменяют новыми, отверстия под них развертывают.

Центрирование валовой линии рыхлителя на раме выполняют по стрелам: нормы допустимых смещений и изломов те же, что и при центрировании гребных валов.

Ремонт гидравлических рыхлителей заключается в замене изношенных или поврежденных участков трубопровода, а также сопел и уплотнительных прокладок.

Ремонт путей грунтового тракта, всасывающих нагнетательных участков пульпопровода, лотков лонгулуара, гасителей пульпы заключается в вырезке изношенных частей, облицовок и в варке новых, что касается нагнетательного грунтопровода, то его трубы диаметром до 400 мм в целях экономии можно при ремонте поворачивать верхней частью вниз, а трубы большего диаметра – первый раз на 120°, а при последующем ремонте еще на 120°.

Вместо пришедших в негодности шаровых соединений ставят новые или заменяют их арморезиновыми патрубками.

Ремонт шаровых соединений следует выполнять на специализированных предприятиях, оборудования которых позволяет протачивать сферические поверхности большего диаметра.

Изношенные детали грунтового насоса (облицовки, рабочее колесо, уплотнение) обычно заменяют запасными. Рабочее колесо насоса ремонтируют путем электронаплавки металла на изношенные места до номинальных размеров. Контроль правильности наплавки следует вести по шаблонам в соответствии геометрией лопастей по чертежу. Это облегчит дальнейшую балансировку рабочего колеса.

Расточку конусного отверстия в ступице с заданной конусностью (1:10 или 1:20) и обработку заднего торца рабочего колеса необходимо выполнять с одной установки на карусельном (лобовом) станке.

Сильно изношенные (корродированные) места корпуса насоса защищают до металла и заполняют эпоксидной мастикой (смесь эпоксидной смолы, песка, графита и отвердителя). Для нанесения мастики требуется предварительно подогреть корпус насоса или выполнять эту работу при плюсовой температуре окружающего воздуха. Состав мастики, время ее отверждения, и температура взаимосвязаны. Поэтому температуру нагревания корпуса насоса и порядок послойного нанесения мастики выбирают в соответствии с техническими условиями в зависимости от состава мастики.

8.3 Ремонт свайных устройств свайно-папильонажных дноуглубительных снарядов

Наиболее часто повреждаются и изнашиваются следующие части свайных устройств:

- главная и вспомогательные закорные сваи;
- направляющие седла и полуобоймы;
- привод перемещения тележки главной сваи (ходовой винт, гайка тележки с шарнирным подвесом, подшипники);
- конструкции связывающие фундаменты опорного и подъемного устройств вспомогательной сваи с корпусом снаряда;
- сваеподъемные канаты;
- детали сваеподъемных лебедок.

Ремонт сваи, представляющей собой толстостенную трубу с приваренным стальным литым наконечником (нижняя часть трубы сваи заполнена бетоном), сводится в основном к наплавке на изношенные места наконечника износостойкого покрытия.

При ремонте седел с наружными полуобоймами направляющих устройств заменяют вытянутые и поврежденные шпильки.

В случае обнаружения многочисленных трещин деформированных отверстий под шпильки, больших деформаций в полках полуобоймы заменяют новыми. При этом обычно усиливают конструкцию (увеличивают диаметр

шпилек, толщины полок соединения, ставят дополнительные ребра жесткости). Сварку следует вести только качественными электродами.

В узле деталей подвески гайки ходового винта снимают наработок или заменяют детали новыми.

Деформированные рельсы направляющих путей тележки заменяют; катки при неравномерном их износе могут быть проточены (но обязательно на один размер); в отверстиях ступиц катков заменяют втулки; на стальные оси тележки наплавляют металл и протачивают их или заменяют новыми.

Трещины и разрывы металлических конструкций тележки главной сваи, сваенаправляющих ферм и в сварных швах разделяют, засверливают по концам, остатки сварных швов вырубает и вновь заваривают качественными электродами. Подобным же образом выполняют аналогичные работы в элементах устройств вспомогательных свай.

При отрыве фундамента сваеподъемной лебедки от палубы снаряда обычно устанавливают дополнительный стальной лист толщиной 10–12мм, приваривая его к палубе и к раме фундамента. При монтаже свайного устройства особое внимание уделяет:

- узлу крепления канатов на барабане лебедок;
- регулировке муфт и тормозов сваеподъемных лебедок во избежание излишней слабину канатов и их самопроизвольного схода с барабаном при подъеме свай;
- измерению длины свайных канатов, проверке надежности их крепления на барабанах лебедок и качеству сращивания укоушей.

Если в процессе эксплуатации дноуглубительного снаряда были случаи схода канатов с барабанов свайных лебедок, рекомендуется при ремонте увеличить высоту ребер барабана, приварив кольца соответствующего диаметра.

Монтаж свайного устройства завершают установкой отремонтированных грунтопроводов и централизованной смазочной системы узлов трения.

8.4 Восстановление и ремонт черпаковых устройств

При ремонте черпаковой рамы и надрамника необходимо проверить:

- параллельность полотнищ;
- параллельность осей подвеса осевым линиям валов верхнего и нижнего барабанов;
- равенство высот полотнищ над плоскостью, проходящей через ось подвеса рамы и осью вала нижнего барабана;
- качество сварных швов.

Пороки в сварных швах обнаруженные визуально или методами дефектоскопии, устраняют следующим образом:

- пережоги и участки швов с внутренними дефектами (непровары, пористость, трещины и т.д.) вырубает с последующей заваркой;

- швы, выполненные с отступлением от заднего калибра или профиля, а также с подрезами недопустимой глубины, подваривают; пропуски и кратеры в швах тщательно заправляют; натеки металла у кромок вырубают, а шов заваривают.

Могут быть оставлены без исправления некоторые дефекты: участки некоторых поверхностных пор и шлаковых включений, местные подрезы на протяжении не более 10% длины шва, если глубина их не превышает 0,5 мм для материала толщиной до 10 мм и 1 мм для металла большей толщины.

Сомнительные по внешнему виду швы вырубают или засверливают их на полную толщину шва, захватывая зоны провара по кромкам основного металла на глубину не менее 2мм. Стенки засверленных отверстий при необходимости шлифуют и протравливают с целью обнаружения оставшегося дефекта.

В процессе эксплуатации земснаряда грани барабана изнашиваются, поэтому при зимнем ремонте, как правило, их наплавляют до номинального размера. Для наплавки грани барабана удобно пользоваться специальным шаблоном. На штангах для контроля правильности наплавки граней верхнего и нижнего барабанов могут быть предусмотрены съемные подошвы разной толщины. Наплавку граней барабанов выполняют качественными электродами. Последние два слоя наносят электродами, дающими аустенитную структуру поверхностных слоев, что повышает износостойкости привода.

8.5 Ремонт экскаваторного оборудования штанговых и грейферных дноуглубительных снарядов

Специфические особенности ремонта штанговых дноуглубительных снарядов определяют конструкцию их экскаваторного устройства и нагрузки, возникающие в процессе их использования.

Наибольшее число поломок деталей их рабочих органов происходит в результате ударного воздействия при встрече режущих элементов с твердыми включениям в извлекаемом грунте (скальными породами, валунами, затонувшими металлическими и бетонными конструкциям и т.п.).

Изнашиванию и поломка наиболее подвержены следующие рабочие органы и узлы штанговых снарядов:

- подвижная штанга экскаватора;
- направляющий аппарат штанги;
- узел крепления черпака со штангой;
- стрела подвеса подвижной штанги;
- направляющие ролики канатов и узлы их подвеса;
- опорно-поворотные платформы экскаватора;
- закорные сваи и их опорно-направляющее устройств.

Необходимость ремонта этих узлов вызвано появлением трещин и износов.

Трещины в большинстве случаев заваривают, но предварительно разделяют кромки. При необходимости поврежденные участки деталей усиливают, приваривая накладки. На ремонт ответственных деталей разрабатывают технические условия и согласовывают технологический процесс с Речным Регистром РБ.

В процессе эксплуатации изнашиваются поверхности штанги, трущиеся о щеки направляющих подшипника, ролики и верхние планки.

Износы глубиной до 5 мм восстанавливают путем наплавки металла, а при большей глубине вырубает дефектные места и вваривают новые. При ремонте должны быть соблюдены параллельность, проектные размеры и прямоугольный профиль поперечного сечения параллелей. Места заварки тщательно зашлифовывают.

Изношенные на 25–30 % по толщине втулки стрелы, оси блоков и другие детали заменяют новыми. Щеки, серьги и ролики восстанавливают, наплавляя их, или заменяют.

Зубчатые рейки восстанавливают, наплавляя зубья и опорные дорожки, затем обрабатывают на строгальном станке или наждаком (по шаблону).

Наиболее сильно изнашивается черпак (особенно его резак и зубья). Поврежденные места режущей кромки восстанавливают путем наплавки металла на предварительно разделанные кромки, а затем качественными электродами наносят общий подслоя, а на него износостойкое покрытие в 2–3 слоя.

Износившиеся втулки сочленения черпака со штангой, пальцы черпака и коромысла заменяют новыми из стали 20Х. защелку откидного днища черпака изготавливают из малоуглеродистой стали, а рабочую поверхность наплавляют электродами.

Согнутую часть прямоугольного поперечного сечения сваи вырезают и заменяют вновь изготовленной секцией. Таким же образом восстанавливают сломанную сваю.

Сломанные и изношенные наконечники свай восстанавливают наплавкой.

Оборванные сваеподъемные канаты заменяют, заделывая их концы в коуши или в специальные патроны, и заплавляют легкоплавким сплавом.

При износе и повреждении облицовок свайных колодцев (верхних и нижних) щиты и брусья заменяют новыми из дубового обрезного материала, а накладки вырезают из листовой стали толщиной 20 мм и полосовой стали 10×100 мм.

8.6 Ремонт передач, деталей оперативных лебедок и направляющих устройств

Зубчатые колеса редуктора верхнего (ведущего) черпакового привода требуется ремонтировать, когда износ или поломка зубьев нарушают нормальную работу передачи.

Малые зубчатые колеса с изношенными зубьями, как правило, не ремонтируют.

Износ зубчатых колес не должен превышать 25% первоначальной толщины зуба. При поломке зубья вырубает до основания, в места, где сломаны зубья, ввертывают стальные гужоны, которые приваривают к ободу колеса, и наплавляют до нужного размера качественными электродами.

Лопнувший обод (спицу) зубчатого колеса ремонтируют, заваривая его по технологии, согласованной с Речным Регистром РФ.

Наплавку зубьев ведут последовательно, давая возможность охладиться ранее наложенным швам. Каждый слой швов зачищают от шлака и проковывают секачом. Шевронные зубья наплавляют, перемещая электрод от середины зуба к периферии.

При появлении трещины в ступице большого зубчатого колеса последний укрепляют, надевая на ступицу в горячем состоянии.

Зубья зубчатых колес могут быть восстановлены методом ремонтного корригирования.

При ремонте тормозных лент заменяют фрикционные накладки, изношенные проушины и серьги. Проушины и серьги к ленте приваривают только фланговыми (продольными) швами, т.к. места излома лент, особенно при минусовых температурах среды, как правило, совпадают с поперечным швом.

Изношенные поверхности кулачковых муфт восстанавливают, наплавляя электродами ОЗН – 350, ЭН – 14Г2Х – 30 или при их отсутствии электродами УОНИ13/45. Наплавленные шлицы и кулачки обрабатывают на номинальный размер.

Изношенные ручки и посадочные места канатных барабанов, если толщина стенки барабана достаточна, ремонтируют, протачивая углубления; если минимальная толщина стенки меньше диаметра стального каната, наматываемого на барабан, то наплавляют металл и протачивают заново.

При ослаблении посадки барабана на валу первый протачивают под другой (увеличенный) размер нового вала (или отремонтированного – путем наплавки). Допускается также наплавка отверстий в ступицах с последующей расточкой их на номинальный или ремонтный размер.

Изношенные ручки канатных блоков также могут быть наплавлены на установке для автоматической наплавки цилиндрических деталей проволокой Св-08А, Св-08ГА под флюсом ОЦС-45 или АН-348А. после наплавки блоки обрабатывают на номинальный размер. Валы и оси лебедок со стрелкой прогиба меньше 0,5–0,8 % длины допускается править на станке в холодном состоянии, а при большом изгибе – предварительно подогретыми до температуры 550–600°С.

Запас прочности большинства валов позволяет протачивать их шейки с уменьшением первоначального диаметра на 5 %. Изношенные шейки валов можно восстанавливать автоматической наплавкой под слоем флюса или вибродуговой. Желательно после проточки для повышения износостойкости

шейки накатать роликом (появится поверхностный наклеп и уменьшится шероховатость).

Изношенные цапфы больших осей протачивают, надевают на их шейки в горячем состоянии буксы и обрабатывают на нужный размер.

Бронзовые и латунные втулки при значительном износе, как правило, заменяют новыми из материала той же марки или поликапролактоновыми.

Изношенные катки и ролики восстанавливают, наплавляя их, затем протачивая. При непрерывном износе роликов, не превышающем 8 % первоначального диаметра, допускается протачивать весь комплект роликов на один ремонтный размер. Установка роликов разного размера не допустима.

Прогнутые обоймы правят, заваривая трещины и изношенные места с последующим отжигом.

Кольцевой рельс при износе высоты его головки на 15% заменяют новым.

9 РЕМОНТ СКОРОСТНЫХ СУДОВ

9.1 Технологическая характеристика объектов ремонта

Скоростные суда (на подводных крыльях, на воздушной подушке и глиссирующие) имеют много особенностей, которые обуславливают специфику организации и технологии их технического обслуживания и ремонта. На этих судах применены легкие сплавы, легированные стали и новые синтетические материалы, установлены быстроходные двигатели, сложные водомётные комплексы и крыльевые устройства, многолопастные винты и роторы, вентиляторы большой мощности и др.

Корпус и надстройка выполнены из алюминиевых сплавов с клёпанymi и сварными соединениями.

Конструкция корпуса с двойным дном затрудняет ремонтные работы, особенно если они связаны с заменой обшивки и набора. При ремонте надстройки возникает необходимость в отклейке тепло- и звукоизоляции тонкая обшивка корпуса и надстроек подвергается частым деформациям, которые могут быть устранены только в холодном состоянии без нагревания, если конструкции выполнены из термически упрочняемых сплавов (типа дюралюминия).

Конструкция поперечного набора навесная, очень удобная при ремонте, так как с ребрами жесткости флоры шпангоутов соединены только при помощи книц и коротышей. Большие трудности возникают при ремонте фундаментных балок клёпанных конструкций и в особенности при замене заклёпок, ослабевших вследствие вибрации в районе двигателей.

В корпусных конструкциях применяются деформируемые алюминиевые сплавы, термически упрочняемые с временным сопротивлением разрыву 400-480 МПа и относительным удлинением 10–13%, а также термически не упрочняемые с временным сопротивлением 340 МПа и относительным удлинением 15–20 %.

Эффективная работа движительных комплексов зависит от соблюдения минимальных зазоров между кромками роторов и внутренней поверхности обечаек водовода. В период эксплуатации зазор увеличивается вследствие абразивного и кавитационного изнашивания. В процессе эксплуатации встречаются усталостные повреждения (трещины) водомётных труб и корпусных конструкций, возникающее вследствие вибрации.

У глиссирующих судов протяженность валопроводов невелика. При работе на мелководе валы в резинометаллических опорных подшипниках сильно изнашиваются, возможна также их поломка в результате заклинивания камней в движителе.

В неблагоприятных условиях находятся длинные незащищённые валопроводы СПК, устанавливаемые на двух – или трехопорных резинометаллических подшипниках.

Для скоростных судов изготавливают латунные четырёх-, пяти- и шестилопастные гребные винты с дисковым отношением более 1.

Частными дефектами винтов при эксплуатации являются кавитационные разрушения, погибель лопастей, повреждения кромок, трещины, гидроабразивное изнашивание кромок и поверхностей лопастей, нарушение геометрических параметров.

9.2 Ремонт корпусов и надстроек

9.2.1 Обработка алюминиевых сплавов

Транспортировать, перемещать и поднимать листы необходимо так, чтобы исключить повреждение поверхности материала. Листы устанавливают в деревянные стеллажи на ребро, а профили – горизонтально. Во избежание механических повреждений поверхности и возникновения контактной коррозии в процессе хранения, транспортирования и выполнения технологических операций листы, профили и детали из алюминиевых сплавов запрещается перемещать волоком, укладывать на полу цеха без деревянных прокладок и в непосредственном контакте со стальными деталями, хранить на открытом воздухе, в грязных и сырых помещениях.

Правку листов рекомендуется осуществлять на специально выделенных вальцах. Листы с волнистостью или бухтиноватостью более 3 мм правят, отклонения от прямолинейности профилей не должны превышать 2 мм. Рабочие поверхности оборудования перед правкой необходимо тщательно очищать от ржавчины, окалины и других загрязнений.

Разметку и маркировку деталей следует выполнять мягким карандашом, при этом допускается разметка чертилкой контурных линий, удаляемых при последующей обработке, глубина лунки от кернера не должна превышать 0,5 мм. Рабочие поверхности оборудования перед резкой необходимо тщательно очистить и протереть растворителем (уайт- спиритом, смывкой СД, растворами ОП-5, ОП-7 и др.

Разделку кромок деталей под сварку, удаления припусков осуществляет строганием или фрезерованием.

На деталях корпуса из алюминиево-магниевых сплавов должны быть защитные покрытия: плакированные алюминием, полученные оксидированием и покрытые лаками.

9.2.2 Сварочные работы

При ремонте скоростных судов часто применяют ручную сварку неплавящимися вольфрамовыми электродами в среде аргона на переменном токе (на специальных установках типа УДГ-301 или ИПК-350-4) с присадочной проволокой СвАМг-5 или СвАМг-61 диаметром 2–4 мм.

Режимы ручной сварки необходимо подбирать в зависимости от толщины свариваемого металла, диаметров вольфрамового электрода и присадочной проволоки, а также типа соединения.

9.2.3 Клепка

В зависимости от толщины металла клёпку выполняют двумя способами: обратным (удары молотка со стороны закладной головки) и прямым при соединении деталей толщиной более 3 мм (удары молотка со стороны замыкающей головки).

Массу клепального молотка необходимо выбирать в зависимости от диаметра заклёпки: при изменении диаметра заклёпки от 3 до 8 мм масса молотка изменяется от 1 до 3 кг.

Старые заклёпки следует высверлить. Отверстие допускается рассверливать по диаметру не более чем на 1–2 мм.

9.2.4 Правка судовых конструкций

В условиях стапеля при ремонте корпусов судов правят вмятины на обшивке со стрелкой прогиба не более 50 мм. Способы правки небольших бухтин (до 30 мм):

- проколачиванием деревянной киянкой (без нагрева) на переносных алюминиевых правильных плитках размерами 200x200x12 мм;
- электродуговым нагревом узких полос на листовых конструкциях из термических неупрочняемых сплавов (на расстоянии 40–80 мм от набора) с последующим проколачиванием киянкой на правильной плите;
- наложением «холостых валиков» на обшивку корпуса из термических неупрочняемых сплавов со стороны выпуклости на расстоянии не менее 100 мм от сварных швов;
- нагреванием полос на обшивке при помощи ацетиленокислородного пламени (до температуры 320–350 °С) поочерёдно от краёв вмятины к ее середине с последующим проколачиванием и охлаждением струёй сжатого воздуха или воды.

Вмятины большой площади, охватывающие и часть набора (со стрелкой прогиба до 60 мм), следует править путём нагревания ацетиленокислородным пламенем, используя клиновые, рычажные и винтовые приспособления.

Пробоины в листах заделывают путём установки небольших заплат на сварке или на заклёпках в такой последовательности:

- размечают контур выреза;
- обрезают дефектные кромки;
- изготовленную в цехе заплату подгоняют по месту и соединяют с обшивкой путём сварки или клёпки;
- испытывают швы на непроницаемость.

Если площадь пробоины большая и захватывает набор, то после удаления повреждённой части заменяют сначала набор, а затем часть листа обшивки.

Для устранения трещин в листах обшивки и набора сварных конструкций применяют аргонодуговую сварку при этом по концам трещин засверливают сквозные отверстия снимают фаски под углом 60 градусов и

варят обратноступенчатым методом, с обратной стороны подрубают корень шва и подваривают, проводят испытания непроницаемости. В ряде случаев при устранении трещины участки обшивки подкрепляют дополнительными рёбрами жёсткости.

Трещины на листах клепаных конструкций заделывают, устанавливая заплаты на клеевых (не в силовых конструкциях) и заклепочных соединениях, при этом водонепроницаемость обеспечивает тикооловая лента или замазка.

Ремонт скуловых наделок и скелетов выполняют путем замены дефектных участков новыми частями на винтах. При ремонте обносов и привального бруса приходится заменять дефектные участки новыми частями. При ремонте обносов и привального бруса чаще всего заменяют коробку и ставят новые части обшивки в виде полос большой протяженности.

При смене листов обшивки корпуса и надстроек выполняют операции:

- снимают декоративные зашивки и изоляции;
- удаляют дефектный лист (с помощью плазменной резки или рубки заклепок);
- изготавливают новый лист и подгоняют по месту;
- соединяют лист с оставшимися частями обшивки и набора сваркой или на заклепках;
- испытывают на непроницаемость.

Особое внимание при этом следует обращать на необходимость оксидирования и грунтовки листов перед постановкой на место и уплотнения тикооловой лентой в клепаных конструкциях.

Водотечность заклепочных швов вследствие ослабления и коррождения заклепок устраняют: подтягивают заклепки ударами пневмомолотка или заменяют их новыми, а также гуммируют соединения герметиком У-ЗОМЭС-5. Процесс гуммирования заключается в нанесении подслоев клея 88, слоев неразжиженного герметика небольшими порциями, а затем тонкого слоя, разжиженного герметика (кистью или наливом).

Как временное мероприятие при навигационном ремонте допускается заделка трещин на надстройке стеклопластиком на основе эпоксидного компаунда и стеклоткани.

9.3 Ремонт покрытий и отделки судовых помещений

Для ремонта и замены покрытия стен и подволоков применяют материалы, использованные при постройке скоростных судов: цветной павинол, слоистый пластик и др.

Ремонт линолеумов пола пассажирских помещений по стыкам в местах изнашивания и отслаивания осуществляют путем замены участков или наливным поливинилацетатным покрытием, представляющим собой смесь поливинилацетатной эмульсии с наполнителем и пигментом, наносимых в три-четыре слоя.

Старую краску удаляют химическим или механическим способом.

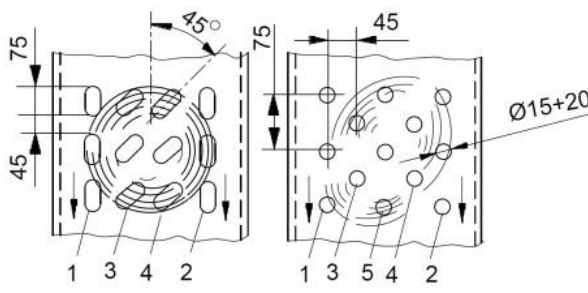
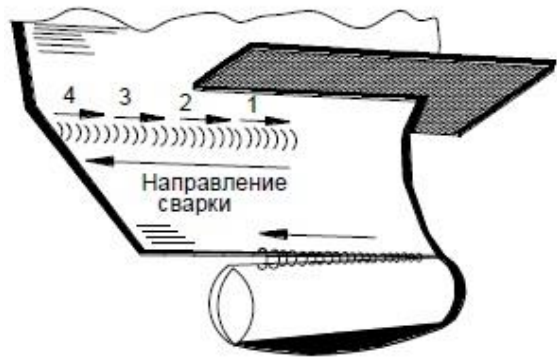
Для обезжиривания поверхность обрабатывают ветошью, смоченной уайт-спиритом (в подводной части) или моющим составом ОП-7 или ОП-10 (в надводной части).

Наиболее прогрессивен способ нанесения покрытий распылителем, однако для получения высокого качества покрытия необходима тщательная очистка от пыли, а также строгое соблюдение толщины каждого слоя покрытия.

9.4 Ремонт крыльевых устройств

При эксплуатации крыльевых устройств возникают дефекты, которые можно условно разделить на две группы: повреждения элементов конструкций и нарушения геометрических параметров. Методы устранения дефектов крыльев, выполненных из нержавеющей стали, приведены в таблице 9.1

Таблица 9.1
Методы устранения дефектов крыльевых устройств

Дефекты	Методы устранения
<p>1. Погнутость и вмятины на плоскостях крыльев</p> 	<p>При малых погибах (до 5 мм/м) применима безударная тепловая правка путем нагревания металла полосами или пятнами (поз. 1–5) до температуры от 600 до 1000 °С; при значительных – механическая или комбинированная правка (иногда с разрезами листов). В ряде случаев деформированные участки удаляют и заменяют новыми.</p>
<p>2. Погнутость концевых кронштейнов (смещение втулки от оси валопровода)</p> 	<p>Для правки бокового смещения нагревают горелкой и нажимают домкратами на тело стакана или оправку, вставленную в стакан. Для правки вертикального смещения применим метод наплавки холостых валиков (при равномерном смещении), при перекосах выполняют сквозной надрез тела кронштейна, затем сваривают. При значительных вертикальных смещениях нижнюю часть кронштейна отрезают полностью и устанавливают вновь, центрируя по осевой линии валопровода.</p>

продолжение таблицы 9.1

Дефекты	Методы устранения
<p>3. Трещины на деталях крыльевых устройств</p> 	<p>Осуществляют засверловку концов трещин, разделку кромок пневмозубилом или воздушно-дуговой строжкой, заварку трещин с последующей зачисткой и шлифовкой сварных швов заподлицо с плоскостью стоек или крыльев, проколачивание околошовной зоны</p>
<p>4. Поломки и разрывы концевых кронштейнов</p>	<p>Удаляют поврежденную часть кронштейна и заменяют ее новой с ориентацией по осевой линии валопровода.</p>
<p>5. Нарушение геометрии и установочных углов крыльев</p>	<p>Осуществляют проверку установочных углов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • по струнам, с помощью теодолита или нивелира, оптическим квадратом; • корректировку углов с помощью прокладок во фланцевом соединении крыла с планшетом или правку кронштейнов.
<p>6. Аварийные повреждения крыльевых устройств: поломки крыльев и кронштейнов.</p>	<p>Осуществляют замену крыльев с проверкой установочных углов (подготовку фланцев планшетов, установку крыльев в сборе, проверку их положения и установку клиновых прокладок фиксирующих шайб), заливку эпоксидного компаунда</p>

9.5 Ремонт гребных винтов

Виды и размеры дефектов винтов, допускаемых к исправлению при ремонте, указаны в табл. 9.2.

Дефекты гребных винтов устраняют после проверки соответствующих геометрических параметров с помощью шагомеров с самописцами, комплекс-шаблонов или координатными шагомерами. Отклонения в геометрии устраняют, проверяют лопасти с помощью простейших приспособлений – вилок и ударного инструмента на специальных горках или в штампах на прессах типа АПВ-2.

Таблица 9.2

Исправляемые и браковочные дефекты винтов

Наименование дефектов	Размеры дефектов	
	исправляемых	браковочных
Отклонения в геометрии лопасти: по шагу по профилю Кавитационные раковины	Более ± 2 мм До 1,5 мм Глубина более 2 мм (до 2 шт.)	Нет Более 1,5 мм Более 1/2 площади (более 2 шт.)
Обрыв части лопасти Трещины: по протяженности по глубине Прилегание конусного калибра в ступице Увеличение ширины шпоночной канавки	Только на одной лопасти Любой протяженности Сквозные Щуп до 0,6 мм Более допуска H_9	Более 1/2 площади У корня лопасти более 1/2 ширины У корня лопасти более 1/2 толщины Нет Более 2 мм

Кавитационные раковины и трещины заправляют после разделки и раскрытия с помощью слесарных фрез и пневмозубил. Угол скоса кромок несквозных трещин $55-60^\circ$, по концам трещин сверлят отверстия диаметром 5–8 мм. Способ сварки и режимы выбирают в зависимости от материала винтов.

Допускается правка латунных лопастей с местным нагреванием, рекомендуется правка латунных и стальных винтов в холодном состоянии.

9.6 Ремонт валопроводов

Валопроводы скоростных судов, в особенности СПК, являются наиболее уязвимыми элементами в отношении износов и повреждений. Технологический комплект «Ремонт валопроводов» для СПК объединяет работы по ремонту следующих узлов и деталей: гребных и промежуточных валов, полумуфт, дейдвудного устройства, продольно-свертной муфты, стаканов промежуточных и концевых кронштейнов, резинометаллических подшипников.

До начала пробивки осевой линии и монтажа валопровода должны быть выполнены следующие работы по ремонту корпуса и крыльевых устройств:

- клепка и сварка корпусных конструкций в районе МО и кормовой части судна;
- ремонт кормового крыльевого устройства и крепление его к корпусу;

- проверка положения главных двигателей и крепления их к фундаменту;
- проверка горизонтального положения корпуса на стапеле;
- окраска конструкций внутри корпуса и реданов.

9.7 Ремонт водометных движительно-рулевых комплексов

9.7.1 Устранение повреждений цилиндрической части водометной трубы

Если в обечайке трубы появились трещины и глубокие раковины, утонения листов (в нижней половине), требуется заменить участок трубы, а в ряде случаев и подкрепить.

Удаляемый участок обечайки вырезают частями, стараясь сохранить ребра жесткости трубы и полосы усиления. Зачистив по контуру вырез, устанавливают предварительно изготовленные дополнительные пояса ребер жесткости. Новую часть обечайки изготавливают из листовой стали с небольшими припусками по длине и ширине, которые удаляют при подгонке. Полуобечайку собирают с оставшейся конструкцией на гребенки, соблюдая условия сборки: две смежные кромки – без зазора, противоположные им – с зазором 2–3 мм. Сварку осуществляют вначале изнутри трубы, затем приваривают, там, где возможно, ребра жесткости снаружи. Внутренний диаметр кольца водометной трубы тщательно выверяют на круглость относительно оси валопровода.

9.7.2 Смена кронштейна и дейдвудной трубы

При появлении значительных трещин в соединениях кронштейна с корпусом и дейдвудной трубой заменяют кронштейн и трубу. После вырезки и удаления заменяемых частей кромки набора, листов обшивки и обечайки трубы зачищают от грата и остатков сварных швов, тщательно выпрямляют. По шаблонам с места и чертежам в цехе заготавливают лист водовода, листы диаметрального кильсона, дейдвудную трубу с яблоком кронштейна и другие детали. Новые детали обшивки устанавливают на прихватки с зазором 2 мм, в соединениях с алюминиевым сплавом – на болты с прокладкой из тиоколовой ленты. Сваривают набор с обшивкой, а затем лист водовода – с листом обечайки, в последнюю очередь – листы водовода со смежными листами.

После разметки отверстий для прохода лапы кронштейна и дейдвудной трубы устанавливают вместе с трубой и яблоком кронштейна центрирующее приспособление (рисунок 9.1) и заводят лапу кронштейна с заделочным листом. Подгоняют и прихватывают новые детали, а затем частично сваривают их между собой. При этом следят за правильностью центрирования дейдвудной трубы и яблока относительно оси. Убрав приспособление, сварной узел трубы и кронштейна опускают под корпус судна и осуществляют окончательную сварку кронштейна с яблоком и заделочного листа с лапой.

Сваренный узел подвергают термической обработке, нагревая его до 580–620 °С в течение 45 мин.

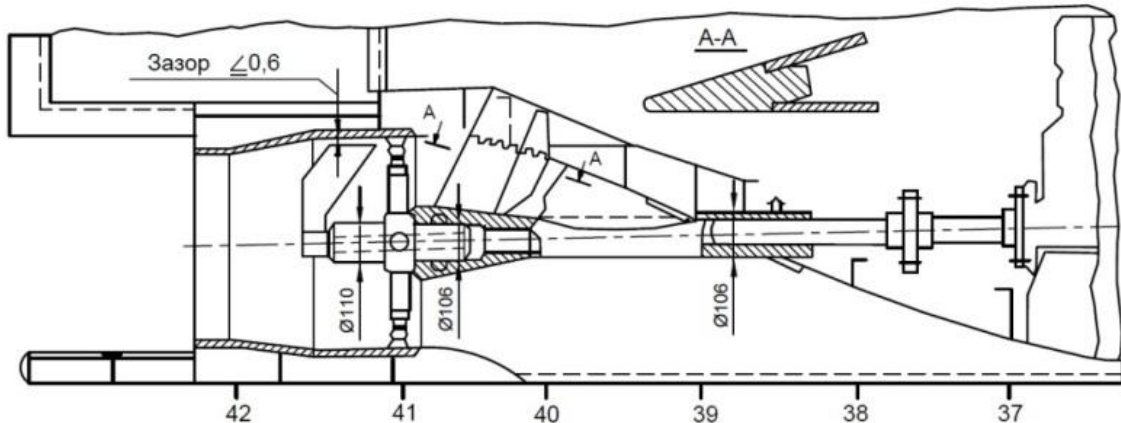


Рисунок 9.1 – Установка приспособления для центрирования дейдвудной трубы

Узел отправляют на обработку в цех, где протачивают отверстия яблока и дейдвудной трубы. После обработки узел транспортируют на судно, где снова устанавливают на место совместно с центрировочным приспособлением (см. рисунок 9.1). Центрируют дейдвудную трубу и устанавливают на прихватках узел к корпусу. Сваривают набор между собой и с кронштейном. Просверливают отверстия в клепаном соединении и выполняют клепку.

Проверив непроницаемость сварных швов и удалив с поверхности трубы прихватки и брызги металла, приступают к монтажу гребного вала и винта. Ось гребного вала после монтажа должна быть выше оси коленчатого вала двигателя на 2 мм. Центрирование гребного вала и двигателя выполняют с помощью центровочных стрел.

Полная замена водометного комплекса. Водометный комплекс должен быть изготовлен как сменно-запасной узел в условиях специализированного цеха или участка. Замену его необходимо осуществлять в таком порядке:

- выполнить демонтаж валопровода к проверить положение судна на стапеле (по крену и дифференту);
- установить временные подкрепления корпуса на палубе и транце в районе водометного комплекса;
- расклепать швы соединения стальной конструкции с прилегающими конструкциями корпуса из алюминиевого сплава, отделить набор днища от обшивки, отрезать полосу обшивки корпуса с заклепочными отверстиями;
- освободив от корпуса, водометный комплекс опустить под днище судна и удалить в сторону;
- завести под корпус и установить на место новый узел водометного комплекса;
- после контроля положения узла относительно оси валопровода собрать сварные и клепаные соединения;

- сварить и затем заклепать швы, провести испытания на непроницаемость, проверить правильность монтажа.

9.8 Специальные средства технологического оснащения для ремонта ДРК скоростных судов

Перечень средств технологического оснащения (СТО), изготавливаемых учебно-экспериментальным заводом ГИИВТ. указан в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Характеристики СТО

Наименование и схема оборудования	Техническая характеристика	Назначение и область применения
1. Шагомеры с самописцем СПК-2У и С ПК-3 (рисунок 9.2)	<p>Переносные универсальные записывающие.</p> <p>Размеры контролируемых винтов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • диаметр <1000 мм; • длина ступицы <3500 мм; • шаг винта 500–1500 мм; • число лопастей 3–6. <p>Точность измерений прибора- вертикальные перемещения $\pm 0,25$ мм; радиальные перемещения $\pm 0,15$ мм.</p> <p>Габаритные размеры 840×650×240мм.</p> <p>Масса 12кг.</p>	<p>Для измерения геометрии гребных винтов при дефектации перед ремонтом.</p> <p>Контроль геометрии после ремонта, разметка лопастей для обработки, проверка оснастки (штампов, шаговых угольников, моделей и др.)</p>
2. Комплекс- шаблон (рисунок 9.3)	<p>Переносный специализированный.</p> <p>Количество шаговых угольников комплексе 5.</p> <p>Крепление на ступице винта резьбовое.</p> <p>Центрирование на винте в цилиндрическом гнезде.</p> <p>Размеры контролируемых винтов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • диаметр 410–710 мм; • шаг винта 0,45–0,85 м. 	<p>Контроль геометрии лопастей гребного винта одновременно по 5ти стандартным сечениям.</p> <p>Целесообразно применять в сочетании с шагомерами при пооперационном контроле.</p>

Продолжение таблицы 9.3

Наименование и схема оборудования	Техническая характеристика	Назначение и область применения
3. Винтовой съемник (рисунок 9.4)	<i>Тип – переносный ручной.</i> Развиваемое усилие 30 кН. Усилие на рукоятке (без удлинителя) 250 Н. Масса 8 кг	Для съемки с конуса вала гребного винта, установленного на эпоксидной смоле.
4. Гидравлический съемник.	<i>Переносный с ручным гидронасосом.</i> Развиваемое усилие 150 кН. Усилие на рукоятке насоса 60 Н. Габаритные размеры 400×300 мм. Масса 12 кг.	Для съемки гребных винтов с конуса вала.
5. Винтогидравлический съемник.	<i>Переносный с винтовым ручным гидронасосом.</i> Развиваемое усилие 160 кН. Усилие на рукоятке 60 Н. Габаритные размеры 535×230×120 мм. Масса 12 кг.	Для съемки гребных винтов и полумуфт с конусов вала.
6. Винтогидравлический пресс	<i>Переносный с винтовым ручным гидронасосом.</i> Развиваемое усилие 200 кН. Усилие на рукоятке 160 Н. Габаритные размеры 520×200×155 мм. Масса 15 кг.	Для посадки гребных винтов и полумуфты на конусе вала.
7. Кольцевой гидравлический домкрат	Переносный с отдельным ручным гидронасосом. Развиваемое усилие 120 кН. Усилие на рукоятке насоса 60Н.	Для посадки гребных винтов на конус вала при шпоночном и гидропрессовом соединениях.
8. Агрегат АПВ-2	<i>Универсальный со сменными штампами.</i> Размеры винтов, подвергаемые правке: диаметр <750 мм; дисковое отношение 1:5; число лопастей 3–6; толщина лопастей 15–25 мм. Развиваемое усилие 1000 кН. Максимальные выпрямляемые деформации (стрелки прогиба) 30 мм. Точность правки +2 мм. Габаритные размеры 2140 × 1220 × 700 мм. Масса 2020 кг	Для холодной правки общих и местных деформаций лопастей, штамповки лопастей при изготовлении сварных винтов, сборки и разборки прессовых соединений при выполнении любых слесарных работ

Продолжение таблицы 9.3

Наименование и схема оборудования	Техническая характеристика	Назначение и область применения
9. Стенд ЭБП-М	<p>Передвижной универсальный. Манипулятор стенда обеспечивает: наклон оси винта 60°; поворот вокруг оси винта 360°; обработку винтов диаметром <1200 мм. Электроборштанга: электродвигатель мощностью 4,5 кВт</p>	<p>Для разделки трещин и раковин, удаления усиления наплавленных швов, чистовой обработки и полировки поверхностей лопастей гребных винтов, снятия излишнего металла при статической балансировке винтов</p>
10. Сварочный стенд с манипуляторами	<p>Универсальный трехпозиционный. Манипуляторы: для наклона и поворота винтов; для вращения кондуктора с винтом вокруг вертикальной оси; для вращения кондуктора вокруг горизонтальной оси Грузоподъемный механизм: стрела консольная поворотная; таль ручная грузоподъемностью 0,5 т.</p>	<p>Для сварочных и наплавочных работ при ремонте и изготовлении сварных гребных винтов.</p>
11. Вибростенд БВ-100	<p>Стационарный повышенной чувствительности. Возбудитель вибрационных колебаний – маятниковый вибратор ИВ-35. Возмущающая сила 1250, 1600, 2000 Н. Частота колебаний в минуту 1800. Мощность 0,27 кВт. Масса балансируемых винтов <100 кг. Ход подъемной платформы 200 мм.</p>	<p>Для статической балансировки гребных винтов при высоких требованиях к наличию дисбаланса можно применять взамен станка динамической балансировки</p>
12. Приспособление для развертки отверстий	<p>Переносное универсальное. Размеры развертываемых отверстий: диаметр наибольший 80 мм; конусность 1:10; длина 285 мм. Привод от пневматической машины РО-30.</p>	<p>Для развертки отверстий в ступицах гребных винтов и полумуфт вала при подгонке их по конусу вала (взамен шабрения).</p>

Продолжение таблицы 9.3

Наименование и схема оборудования	Техническая характеристика	Назначение и область применения
	Инструмент – конусные развертки с числом зубьев 16.	
13. Тележка ТПВ-200	Ручная напольная. Грузоподъемность 200 кг. Усилие на рукоятке лебедки 30 Н. Подъем каретки с манипулятором 830 мм. Наибольшая высота подъема от пола 1100 мм. Угол поворота манипулятора 360°. Масса 90 кг.	Для съемки и установки гребных винтов на специальных стеллажах, транспортировки винтов по участку, снятия и установки блок-штампов агрегата АПВ-2, подъема и транспортирования различных деталей.
14. Агрегат АДМ-2	Передвижной несамоходный. Грузоподъемность агрегата 200 кг. Высота подъема платформы 800 мм. Ход каретки вдоль оси вала 320мм. Усилие на рукоятке насоса 180 Н. Давление масла в гидросистеме 10 МПа.	Для монтажа и демонтажа валопроводов под судном, съема и посадки гребных винтов на валу, транспортирования гребных винтов и валов под корпус судна.
15. Подвесное устройство с гидродомкратами	Усилие, развиваемое гидроцилиндром, 200кН. Ход поршня силового гидроцилиндра 30 мм. Тяговое усилие ручной лебедки 2 кН.	Для правки концевых кронштейнов путем нагревания и без нагревания. Для сборки и сварки нижней части кронштейнов при их замене
16. Гидросъемник для подшипников	Переносный подвесной. Усилие, развиваемое винтогидравлическими домкратами, 100 кН.	Для выпрессовки и запрессовки резинометаллических втулок из яблоков кронштейнов.
17. Приспособление для правки валов на двух токарных станках (рисунок 9.5)	Усилие на ручке винтового насоса 60 Н. Ход плунжера домкрата 10 мм. Масса переносимых частей устройства 45 кг. Масса домкратов 6 кг.	Для холодной правки валов с контролем биения при вращении в центрах токарных станков

Продолжение таблицы 9.3

Наименование и схема оборудования	Техническая характеристика	Назначение и область применения
18. Станок для правки валов СПВ-40	<p>Переносный поршневой. Усилие, развиваемое гидросъемником, 200 кН. Давление масла в гидроцилиндре 10 МПа. Ход поршня гидроцилиндра 30 мм. Подача масла от отдельной гидронасосной станции. Масса гидросъемника 25 кг</p>	<p>Для бесцентровой правки валов скоростных и водоизмещающих судов при максимальной стрелке прогиба 100 мм</p>
19. Станок для правки валов СПВ-60	<p>Универсальное подвесной. Усилие винтового ручного домкрата 50 кН. Расстояние между крюками-опорами постоянное. Максимальная длина выпрямляемых валов 5800 мм. Максимальная стрелка прогиба вала 50 мм</p>	<p>Для бесцентровой правки валов скоростных и водоизмещающих судов</p>
20. Проверочный комплект ВТ-5СПК	<p>Давящего действия. Наибольшие размеры выпрямляемых валов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • длина 6600 мм; • диаметр (из стали 2Х13) 100 мм <p>Параметры силовых гидроцилиндров:</p> <ul style="list-style-type: none"> • развиваемое усилие 400 кН; • ход поршня 229 мм; • ход грузового штока 108 мм. <p>Силовой насос гидропривода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • рабочее давление 6,3 МПа; • приводная мощность 2,8 кВт. <p>Масса станка 7900 кг.</p> <p>Давящего действия. Наибольшие размеры выпрямляемого вала:</p> <ul style="list-style-type: none"> • длина 8200 мм; • диаметр 180 мм; • масса 1600 кг. 	<p>Для пробивки оптической осевой линии, нивелировки корпуса, измерения установочных углов крыльевых устройств, центрирования двигателя</p>

Продолжение таблицы 9.3

Наименование и схема оборудования	Техническая характеристика	Назначение и область применения
	<p>Параметры силовых гидроцилиндров:</p> <ul style="list-style-type: none"> • развиваемое усилие 600 кН; • ход грузового штока 270 мм. <p>Силовой насос гидропривода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • рабочее давление 30 МПа; • приводная мощность 2,2 кВт. <p>Масса станка 2550 кг.</p> <p><i>Переносный многоцелевой.</i> Способ крепления на судне канговыми зажимами, струбцинами. Характеристика визирной трубы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • увеличение 25; • предел визирования от 2 до 3 м; • погрешность измерений – 0,3 мм. • наибольшая масса переносимых узлов 6 кг. 	
21. Проверочная линейка ЛКО-1	<p>Переносная, универсальная. Основные параметры квадранта:</p> <ul style="list-style-type: none"> • цена деления лимба – 1°+5"; • цена деления шкалы отсчетного микроскопа 1°+5". <p>Масса 2,4 кг</p>	Для определения углов наклона плоскостей крыльев относительно основной линии корпуса или крыльевой линии

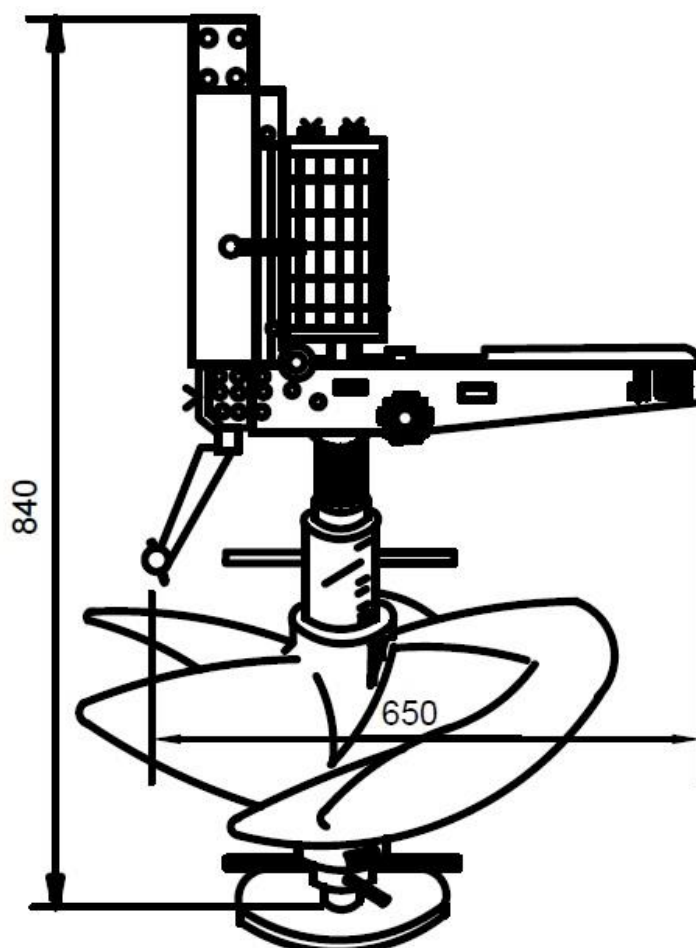


Рисунок 9.2 – Шагомер

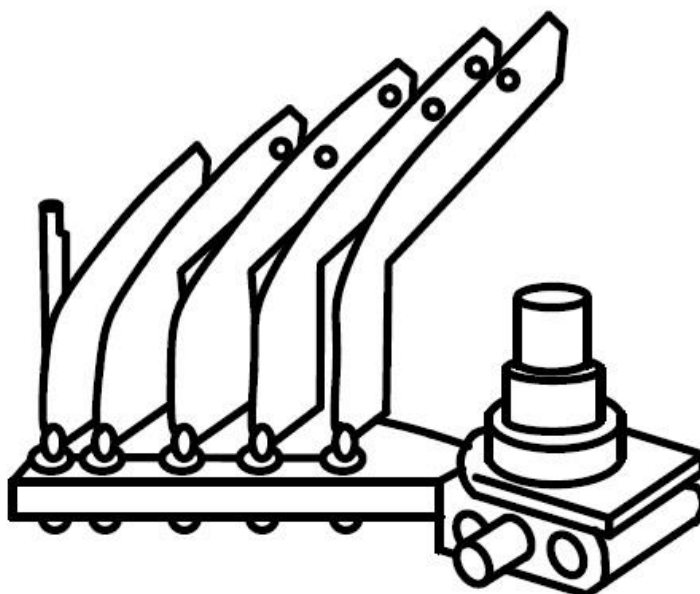


Рисунок 9.3 – Комплекс-шаблон

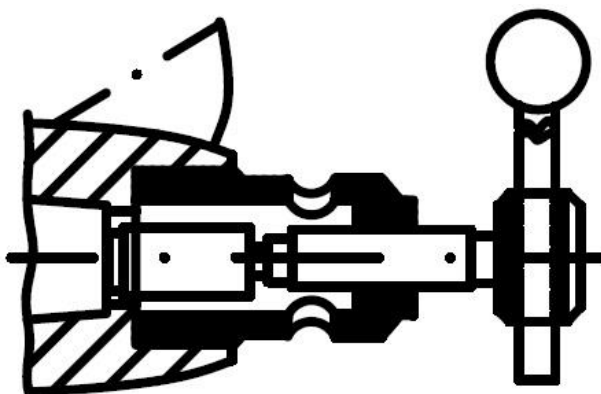


Рисунок 9.4 – Винтовой съемник

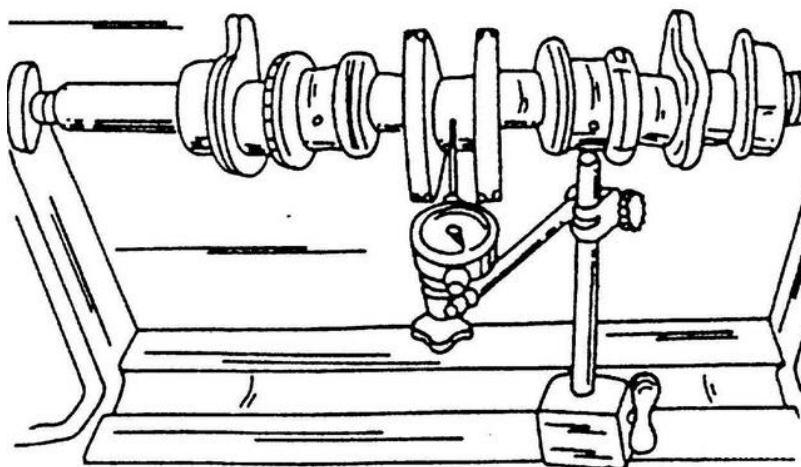


Рисунок 9.5 – Приспособление для правки валов

10 РЕМОНТ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

10.1 Неисправности и дефектация судовых электрических машин

Наиболее характерными признаками неисправности электрических машин являются:

- пониженное сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса или между собой;
- повышенное нагревание отдельных частей машины;
- гудение, ненормальный шум и повышенная вибрация корпуса;
- сильное искрение под щетками.

При оценке неисправностей руководствуются заводскими данными электрических машин, а также требованиями Правил Речного Регистра РБ и соответствующих государственных стандартов.

Причинами, уменьшающими сопротивление изоляции обмоток, могут быть естественное старение изоляции, разрушение ее из-за перегревов, механические повреждения, увлажнение, загрязнение токопроводящей пылью или смесью пыли и масла.

Для измерения сопротивления изоляции обмоток обычно используют мегаомметры постоянного тока с ручным приводом типа М110, МС-05 и М4100. Возможно также использование мегаомметров М503 и Ф-2 с питанием от сети переменного тока. Напряжение мегаомметра при номинальном напряжении испытываемой обмотки до 400 В, от 400 до 1000 В и свыше 1000 В должно быть соответственно равно 500, 1000 и 2500 В.

10.1.1 Повышенное нагревание машины

Оно может быть общим или местным. Причинами общего повышенного нагревания могут быть перегрузка машины, неисправность вентилятора, загрязненность поверхностей и вентиляционных каналов, излишне большой слой эмали и краски на обмотках и корпусе машины, ухудшающий условия ее охлаждения. Местное повышенное нагревание вызывают различные причины.

Перегрев подшипников может быть следствием их неисправности или неправильной сборки, загрязнения или утечки масла, а также чрезмерного заполнения их маслом.

Нагревание сердечников статоров, роторов и якорей электрических машин чаще всего происходит из-за нарушения изоляции между отдельными листами железа внутри пакета или на его поверхности. Обычно поверхностные замыкания листов могут быть обнаружены путем осмотра.

Повышенный местный нагрев обмоток электрических машин обычно является следствием коротких замыканий. В асинхронных двигателях такие замыкания сопровождаются ненормальным гудением, уменьшением вращающего момента и затрудненным пуском, неравенством токов в фазах или колебаниями его значения. Место повреждения иногда может быть

обнаружено осмотром по изменению цвета изоляции и вытеканию лака или на ощупь по сильному нагреванию короткозамкнутых витков. Если таким способом место повреждения обнаружить не удастся, то используют другие методы.

Замыкания фаз между собой или на корпус могут быть обнаружены при помощи контрольной лампы или мегаомметра. Для этого обмотку разъединяют и испытание выполняют для каждой фазы отдельно.

Для определения места замыкания разрезают бандажи и, поднимая поочередно секции, наблюдают за горением контрольной лампы. При поднятии поврежденной секции или катушки замыкание прекращается, и лампа гаснет.

10.1.2 Повышенная вибрация

Обычно вибрация вызывает повышенное изнашивание подшипников, ослабляет крепления, нарушает нормальную работу щеточного аппарата и приводит к повреждениям изоляции обмоток.

Как правило, вибрацию проверяют на подшипниках в трех направлениях: вертикальном, горизонтально-поперечном и горизонтально-продольном. При трудности измерения вибрации на подшипниках допускается проверять ее в других точках машины. Измерение вибрации осуществляют виброметрами или вибрографами типа ВИП-2М, ВР-1А, ВА-1 и др.

Для выяснения причин повышенной вибрации сначала проверяют узлы крепления машины к фундаменту. Для этого сравнивают вибрацию лап машины с вибрацией крепежных болтов. При слабом креплении вибрирует только лапа, а крепежный болт остается неподвижным или почти неподвижным. Разную вибрацию лапы и болта легко обнаружить на ощупь.

Если в узлах крепления машины дефектов нет, то ее отсоединяют от приводимого механизма и проверяют на холостом ходу. Отсутствие вибрации в этом случае будет свидетельствовать о том, что ее причина находится вне машины. Причиной вибрации могут быть нарушение центровки в сочленении с приводимым механизмом, износ пальцев соединительных полумуфт или нарушение балансировки в приводимом механизме.

При наличии вибрации на холостом ходу ее причину следует искать в самой машине:

- если при отключении двигателя от сети вибрация сразу же исчезает, значит, есть неравномерный зазор между статором и ротором или повреждена обмотка ротора;
- если при отключении двигателя от сети вибрация прекращается не сразу, а снижается по мере уменьшения частоты вращения, то ее причина в небалансе ротора.

Причиной вибрации может быть также неисправность подшипников машины, что обнаруживают по их нагреванию и повышенному шуму.

Искрение под щетками. Степень искрения щеточного аппарата коллекторных машин является одним из главных показателей их работоспособности.

Повышенное искрение чаще всего вызывают следующие причины:

- щетки не соответствуют рекомендуемым (применены щетки разных марок или разных заводов);
- щетки плохо притерты, неправильно отрегулировано их нажатие;
- сдвинута траверса относительно заводской метки;
- чрезмерно изношен коллектор, деформированы его поверхности, замыкание между коллекторными пластинами или петушками;
- короткие замыкания или обрывы в секциях обмотки якоря, замыкание обмотки на корпус.

Эти же неисправности могут иметь место и у машин переменного тока. Допустимый износ коллекторных пластин или контактных колец не должен превышать 20 % их первоначальной высоты. Радиальное биение коллекторов не должно превышать 0,04 мм, а контактных колец – 0,05 мм. Значение радиального биения определяют при помощи измерительно-рычажных головок или стрелочных индикаторов, закрепляемых в неподвижных приспособлениях.

Состояние механических деталей. В процессе дефектации электрических машин проверяют техническое состояние корпусов, подшипниковых щитов, валов и вентиляторов. В этом случае выполняют следующие операции:

- визуально осматривают состояние защитных покрытий;
- проверяют состояние посадочных и привалочных поверхностей;
- контролируют диаметры посадочных мест в подшипниковых щитах;
- проверяют размеры шеек валов под подшипники;
- измеряют биение валов;
- проверяют состояние лопастей вентиляторов, биение крылаток в радиальном и осевом направлениях.

10.2 Ремонт электрических машин

Работы по ремонту электрических машин составляют основную часть всех работ по ремонту судового электрооборудования. В зависимости от объема выполняемых работ различают текущий, средний и капитальный ремонты.

При *текущем ремонте* проводят внешний осмотр машины, проверяют крепления и состояние подшипников, оценивают состояние коллекторов, контактных колец и щеточного аппарата, измеряют сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса и между собой. Если машину частично разбирают, то при этом проверяют состояние лобовых частей обмоток,

прочность посадки пазовых клиньев, состояние бандажей и сердечников статора и ротора. Обнаруженные мелкие неисправности устраняют.

Во время **среднего ремонта** машину разбирают. Кроме работ, выполняемых при текущем ремонте, осуществляют более тщательную проверку всех частей машины. Неисправные детали заменяют. При необходимости протачивают, шлифуют и продораживают коллектор. Частично ремонтируют обмотки.

Капитальный ремонт электрических машин в большинстве случаев связан с полной заменой обмоток, ремонтом коллектора или контактных колец, вала, станины и других частей машины. После капитального ремонта машину подвергают приемно-сдаточным испытаниям.

Текущий и средний ремонты электрических машин, как правило, осуществляют на месте их установки, капитальный ремонт машин малой мощности – в электроремонтных цехах СРЗ или на специализированных электроремонтных заводах, а ремонт машин большой мощности (из-за сложности и высокой стоимости транспортировки) – на месте их установки.

10.2.1 Разборка и сборка машин

Перед разборкой машину очищают от пыли, масла и грязи. Помечают бирками жилы присоединительных кабелей, отсоединяют их от выводной коробки и изолируют. Отсоединяют машину от связанного с ней механизма.

Разборку машины осуществляют в соответствии с рекомендациями заводской инструкции. При отсутствии инструкции разрабатывают технологическую схему разборки, содержание которой будут определять конструкция, размеры, масса и специфические особенности машины.

10.2.2 Промывка машин

Эту операцию выполняют в случае сильного загрязнения машины, когда чистка не дает должного результата. В судовых условиях приемлем способ протирки загрязненных поверхностей машины ветошью или щетками, смоченными в моющей жидкости. В качестве моющей жидкости применяют бензин Б-70, 2%-ный раствор эмульгатора (ОП-7, ОП-10, «Сопаль») в горячей воде с температурой 60–70 °С или раствор авиационного топлива ТС-1 (75–80 % по объему) с фреоном 113 (20–25 %). Промывают по возможности быстро, чтобы избежать, излишнего увлажнения обмоток.

10.2.3 Сушка машин

Сушку электрических машин выполняют различными способами: внешним нагреванием, нагреванием током от постороннего источника, методом короткого замыкания, индукционным методом и методом, основанным на явлении электроосмоса.

10.2.4 Ремонт обмоток

К наиболее частым повреждениям обмоток относят ослабление бандажей, распорок и пазовых клиньев, а также небольшие нарушения изоляции лобовых частей.

Первые виды повреждений устраняют, заменяя или подтягивая бандажи и их подклинивая. Места поврежденной изоляции восстанавливают: изолируют и пропитывают лаком или эмалью.

При наличии обрывов или коротких замыканий поврежденную обмотку частично или полностью заменяют.

«Всыпные» обмотки практически не поддаются частичному ремонту, так как после пропитки в процессе изготовления машины проводники этих обмоток настолько прочно держатся в пазах, что вынуть и заменить одну из катушек без повреждения соседних чрезвычайно трудно. Поэтому такие обмотки даже при малых повреждениях обычно приходится заменять полностью.

10.2.5 Ремонт коллекторов, контактных колец и щеточного аппарата

Коллектор является одной из наиболее сложных и ответственных частей машины постоянного тока. В процессе его ремонта обычно устраняют следующие неисправности: неравномерный износ, биение, выступание миканитовых прокладок, распайку соединений обмотки якоря с пластинами или с петушками.

Неравномерное изнашивание и биение коллектора устраняют протачиванием, снимая при этом минимальный слой меди на токарном станке. Положение вала проверяют индикатором по шейкам под подшипники. Обтачивают коллектор при возможно малой подаче резца. Глубина резания при чистовой проточке должна быть минимальной. После проточки поверхность коллектора шлифуют и полируют.

Ремонт контактных колец в большинстве случаев сводится к очистке их поверхностей от потемнений и подгораний, осуществляемой стеклянной шкуркой. Если шкуркой снять подгары не удастся, то контактные кольца протачивают на токарном станке, а затем шлифуют и полируют.

Ремонт щеточного аппарата заключается в регулировании нажатия щеток на коллектор и замене износившихся или сломавшихся пружин и щеткодержателей.

Поломаные или обгоревшие щеткодержатели заменяют новыми или изготовленными из латуни по образцу. Ремонт металлических пальцев щеточного аппарата в основном заключается в восстановлении гальванических покрытий и замене лопнувших изоляторов. Гетинаксовые, текстолитовые или стеклотекстолитовые пальцы очищают от загрязнений и старой эмали, просушивают в печи, покрывают новой электроизоляционной эмалью или лаком и снова сушат в печи.

У крепежных деталей щеточного аппарата обычно восстанавливают гальванические покрытия.

10.2.6 Ремонт сердечников

Основными неисправностями сердечников электрических машин, набранных из электротехнической стали, являются ослабление прессовки, распушение крайних пакетов, оплавление отдельных участков стали, нарушение изоляции между листами.

Распушение крайних листов сердечника (веер) устраняют, проклеивая эти листы эпоксидным компаундом или проваривая их.

10.3 Ремонт электрических аппаратов, распределительных устройств и аккумуляторов

10.3.1 Электрические аппараты

К электрическим аппаратам относят рубильники и переключатели, пакетные выключатели, контакторы и автоматические выключатели, пусковые и регулирующие резисторы и реостаты, реле автоматики, предохранители и другие устройства, предназначенные для управления электротехническими установками и защиты их от ненормальных режимов. Для большинства электрических аппаратов характерны дефекты, связанные с нарушением работы контактов, повреждениями катушек и расстройством регулировки подвижных частей.

Основными параметрами контактов являются раствор, провал и нажатие. Значения этих параметров подлежат обязательной проверке и регулировке. При появлении на контактах наплывов и застывших капель меди, а также при потемнении их от перегревов контактные поверхности зачищают мелкой стеклянной (но не наждачной) бумагой или бархатным напильником.

Дугогасительные камеры силовых контактов очищают от нагара и застывших капель металла, на выгоревшие и поврежденные места накладывают массу, состоящую из смеси размельченного материала камер и эпоксидного компаунда. Новые камеры могут быть изготовлены из асбоцемента.

Катушки ремонтируют при поломке каркасов, пробое изоляции обмоток на корпус или между витками, обрыве обмоток, снижении сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса.

Каркасы, изготовленные из пластмассы или слоистых пластиков, ремонтируют с помощью эпоксидного компаунда. Обрывы или короткие замыкания в верхних слоях катушек устраняют, частично перематывая обмотки. При внутренних повреждениях катушек их заменяют запасными или перематывают полностью. После перематки катушки пропитывают электроизоляционным лаком и сушат, а затем покрывают изоляционной эмалью. Сопротивление изоляции катушек относительно корпуса должно соответствовать требованиям Речного Регистра РФ.

10.3.2 Распределительные устройства

Необходимость в ремонте распределительных устройств возникает при уменьшении сопротивления изоляции токопроводов по отношению к корпусу судна или между фазами ниже 1 МОм, при повреждениях, установленных на них электрических аппаратов и измерительных приборов, а также при поломках конструктивных элементов распределительных щитов.

Поврежденные и отслужившие установленный срок изоляционные детали заменяют исправными.

Электроизмерительные приборы распределительных устройств на судне, как правило, не ремонтируют.

10.3.3 Аккумуляторные батареи.

На судах и СРЗ выполняют только текущий и средний ремонт аккумуляторных батарей, а капитальный – на специализированных предприятиях.

При текущем ремонте проверяют полюсные штыри, заменяют сепараторы, заливают крышки бака мастикой. При среднем ремонте, кроме того, заменяют моноблок и другие пришедшие в негодность детали, за исключением пластин.

10.4 Ремонт судовых электрических сетей

Основным критерием состояния; судовых электрических сетей является сопротивление их изоляции по отношению к корпусу судна.

К характерным неисправностям судовых сетей относятся механические повреждения кабелей, повреждения концевых кабельных разделок, уменьшение сопротивления изоляции кабелей из-за длительной эксплуатации и старения.

При устранении механических повреждений кабелей в резиновых оболочках применяют починочные резины ПИ-35 – для восстановления изоляции жил и ПШН-40 или ПШ-40 – для восстановления оболочек.

Для ремонта кабелей в полихлорвиниловой оболочке используют полихлорвиниловые трубки и ленты, клей КП-1 и компаунд КП-126.

При устранении обрывов кабелей однопроводные жилы с площадью поперечного сечения 0,75–1 мм² соединяют пайкой внахлест припоем ПОС-40, многопроводные жилы с площадью поперечного сечения 0,35–1,5 мм² – скруткой проволочек с последующей пайкой припоем ПОС-61. Многопроводные жилы большего поперечного сечения, как правило, соединяют способом холодной опрессовки с помощью медных гильз. При площади поперечного сечения жил до 10 мм² опрессовку осуществляют ручными клещами, а площади 10–300 мм² – гидропрессом.

Поврежденные концевые разделки обычно удаляют и заменяют новыми. Кабели с состарившейся изоляцией также заменяют новыми.

11 РЕМОНТ СУДОВОГО РАДИООБОРУДОВАНИЯ

11.1 Организация ремонта

К судовому радиооборудованию относят: средства радиосвязи (радиостанции, радиопередатчики, радиоприемники, командно-вещательные установки) и электронavigационные приборы (радиолокационные станции, эхолоты, лаги, гирокомпасы). Перечисленные приборы по способу применения можно разделить на две группы:

- приборы эпизодического действия;
- приборы непрерывного пользования.

К *приборам эпизодического действия* относятся КВ-радиостанции, радиолокационные станции, эхолоты. Время использования этих приборов ограничено определенными интервалами в зависимости от навигационной необходимости.

К *приборам непрерывного действия* относят УКВ-радиостанции, лаги, гирокомпасы. Эти приборы используют по их назначению в течение всего рейса.

Каждый прибор состоит из взаимосвязанных узлов, блоков, которые в свою очередь содержат элементы (детали). Качество приборов определяет совокупность его свойств, главным из которых является надежность. Радиооборудование должно быть рассчитано на длительную работу в любых условиях эксплуатации судов согласно ГОСТ 16019–2001.

В период эксплуатации судна наиболее важными свойствами являются безотказность и ремонтпригодность радиооборудования.

Надежность аппаратуры в значительной степени зависит от правильной ее эксплуатации, своевременного технического обслуживания и ремонта. В зависимости от технического состояния аппаратуры, срока ее эксплуатации и объема работ ремонт подразделяют на средний и текущий.

При среднем ремонте предусматривают выполнение работ, связанных с частичной разборкой аппаратуры и отдельных блоков, устранением повреждений одного или нескольких блоков, заменой неисправных деталей, восстановлением электрических параметров, перемоткой трансформаторов и дросселей, заменой микросхем. При таком виде ремонта широко используют поставляемые заводами-изготовителями комплекты запасных блоков и деталей.

При текущем ремонте устраняют неисправности, при которых не требуется разборка ответственных элементов или замена блоков.

Основная задача обоих видов ремонта заключается в ликвидации выявленных неисправностей аппаратуры, полном восстановлении ее эксплуатационно-технических параметров и, в конечном счете, обеспечении надежности действия.

В пароходствах навигационный ремонт радиооборудования проводят электрорадионавигационные камеры (ЭРНК), в которые входят специализированные участки, в том числе по ремонту аппаратуры радиосвязи

и радиовещания. ЭРНК направляют радиоспециалистов на суда с необходимыми деталями или запасными блоками. Неисправности можно устранить быстрее, если на судне есть комплект запасных деталей и радиоламп в размере, предусмотренном Правилами Речного Регистра РБ. При значительном объеме ремонта весь блок заменяют целиком, а неисправный блок направляют в ЭРНК на ремонт. Текущий ремонт при небольших неисправностях, выявленных в процессе работы радиостанции, должен выполнять на судне судовой радист или член судового экипажа, обслуживающий радиостанцию.

Межнавигационный ремонт аппаратуры выполняют на судоремонтных предприятиях пароконств под контролем специалистов ЭРНК. Особо сложные ремонты осуществляют непосредственно ЭРНК по договору с пароконством. На судоремонтных предприятиях организованы радиомастерские, возглавляемые радиомастерами или механиками-наставниками по судовому радиооборудованию.

11.2 Технология ремонта судового радиооборудования

Неисправности судовой радиоаппаратуры подразделяют на явные, которые обнаруживают при внешнем осмотре детали, и скрытые, выявляемые только при последовательной проверке схемы и рабочих режимов блока.

Причинами неисправности радиоаппаратуры являются неправильная ее эксплуатация, несвоевременное и некачественное проведение технического обслуживания или старение деталей. Все неисправности делят на механические и электрические. Первые неисправности (поломка изоляторов и других деталей, износ шестерен и т.д.) можно обнаружить и устранить сравнительно легко, вторые – электрические – гораздо труднее, ибо значительное время затрачивается на их выявление.

Неисправности электрического характера нарушают режимы работы устройства в целом или его отдельных блоков. Причинами их могут быть:

- короткое замыкание или обрыв вследствие механических повреждений в электрических цепях, что приводит к перегрузке деталей схемы и выходу их из строя;
- коррозия и нарушение контактных соединений;
- старение деталей при их длительной службе и некачественной пайке;
- выход из строя радиоламп, полупроводниковых приборов;
- повреждение изоляции и т.д.

Небольшая часть электрических неисправностей (явных) может быть обнаружена при внешнем осмотре: радиодетали и их изоляция темнеют и обугливаются (при многократных перегрузках деталей от короткого замыкания), контактные соединения оплавляются или завариваются.

Перед устранением электрических неисправностей тщательно осматривают оборудование в целях выявления внешних дефектов, повреждений монтажа, неисправных радиоламп и деталей. Во время поиска неисправностей рекомендуется по возможности не снимать с места блоки, не

разбирать отдельные части аппаратуры и не нарушать фиксированное положение настроечных элементов, так как любой демонтаж аппаратуры может вызвать новую неисправность в дополнение к имеющейся.

Общая методика нахождения неисправностей заключается в том, чтобы путем электрических измерений и логических рассуждений исключить из рассмотрения все исправные узлы аппаратуры. После этого поиск неисправностей можно вести на конкретном небольшом участке схемы.

При поиске повреждений следует пользоваться простейшей контрольно-измерительной аппаратурой (ампервольтметром и др.).

Анализ числа и причин отказов судовых радиостанций основных типов показывает, что более 50% приходится на долю радиоламп, диодов и транзисторов; примерно 18% повреждений вызывают резисторы (в основном постоянные, непроволочные), выходящие из строя; 12% – конденсаторы и 10% – трансформаторы и переключатели и др.

11.3 Радиоизмерительные приборы для ремонта судового радиооборудования

Во время ремонта судовых радиостанций наиболее часто применяют приборы для измерения напряжения, сопротивления и частоты. Главным образом измеряют напряжение постоянного и переменного токов низкой и реже высокой частот.

Для измерения напряжений при ремонте радиоаппаратуры используют также авометры или ампервольтметры, в состав которых входят амперметры, вольтметры и омметры. К таким приборам относят и комбинированные многопредельные измерительные приборы (тестеры и авометры) типов Ц-435, Ц-52, Ц-55, Ц-57 и АВО-5М, позволяющие также измерять сопротивление и емкость. Большие сопротивления (до 500 МОм), например, для проверки изоляции кабелей, определяют мегаомметром типа М1101.

При ремонте аппаратуры, особенно радиоприемников, измеряют переменные напряжения низких и высоких частот. Для измерения низкочастотных напряжений можно применять ламповые милливольтметры, предназначенные для измерения синусоидального низкочастотного (300–3300 Гц) напряжения. Рекомендуются вольтметры ВЗ-6, ВЗ-14, ВЗ-7, ВЗ-4, МВЛ-2 или В7-11 и ВК7-10А с диапазоном измеряемых частот в пределах 40–20 000 Гц.

Для измерения амплитуды низко- и высокочастотных сигналов, напряжения постоянного тока и активного сопротивления рекомендуются универсальные вольтметры ВК7-9, ВК7-13 и В7-2. Низкочастотные тракты проверяют звуковыми генераторами, которые должны перекрывать диапазон частот от 100 до 10 000 Гц. Выходное напряжение должно регулироваться в пределах от 100 до 3000 мВ. Коэффициент нелинейных искажений должен быть не более 3%. Указанным требованиям удовлетворяют генераторы ГЗ-18, ГЗ-49, ГЗ-47.

Форму и значение напряжения контролируют электронными осциллографами типов С1-68, С1-5, С1-49 с рабочим диапазоном частот от 0,01 до 1 МГц.

Генератор стандартных сигналов Г4-18 применяют при регулировке и калибровке радиоприемной аппаратуры связи как источник высокочастотных электрических колебаний (диапазон частот 100 кГц – 35 МГц).

Генераторы стандартных сигналов Г4-107 и Г4-44 используют при настройке УКВ радиостанций (диапазон частот 10–400 МГц, выходное напряжение 0,1 мВ – 0,1 В).

Для измерения девиации частоты передатчика УКВ радиостанций необходим измеритель девиации, перекрывающий диапазоны частот от 100 до 200 МГц или от 200 до 365 МГц (пределы измерений от 1 до 10 кГц в полосе модулирующих частот от 100 до 5000 Гц). Для измерения девиации рекомендуются приборы СКЗ-26, СКЗ-41 и СЗ-2, удовлетворяющие этим требованиям.

Предъявляются высокие требования к установке частоты задающих генераторов передатчика и гетеродина приемника. Электронные частотомеры должны перекрывать диапазон от 100 Гц до 26 МГц. Рекомендуются для применения следующие их типы ЧЗ-36, ЧЗ-24, ЧЗ-31.

Во время ремонта радиоаппаратуры необходимо проверять годность ламп и транзисторов, что облегчает выявлять неисправности.

Промышленность выпускает универсальный малогабаритный испытатель ламп Л1-3 (Л1-2), которым можно измерять основные электрические параметры радиоламп.

Для быстрого определения годности маломощных плоскостных транзисторов и измерения некоторых параметров используют испытатели плоскостных транзисторов Л2-23 и Л2-1.

В связи с созданием морской спутниковой радиосвязи (инмарсат) на линиях «судно–берег–судно» повышается роль пунктов проверки и ремонта судовых радиостанций, расположенных в крупных портах. В этой системе участвуют также суда «река–море» плавания.

КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

Перечень контрольных вопросов

1. Понятие взаимозаменяемости изделий в судоремонте.
2. Допуски. Совокупность рядов допусков и посадок.
3. Точность обработки деталей.
4. Шероховатость поверхностей.
5. Материалы, применяемые в судоремонте и судостроении.
6. Характеристики материалов, применяемые в судоремонте и судостроении.
7. Повреждения элементов корпусов при эксплуатации судов.
8. Методы измерения и нормирование износов элементов корпуса.
9. Подготовительные и вспомогательные работы.
10. Восстановление непроницаемости корпуса. Правка корпусных конструкций.
11. Технология ремонта и замены изношенной обшивки, набора и кованых деталей корпуса.
12. Оборудование корпусообрабатывающих участков судоремонтных предприятий.
13. Ремонт судовых дизелей.
14. Ремонт судовых котлов и теплообменных аппаратов.
15. Ремонт судовых вспомогательных механизмов.
16. Ремонт и изготовление судовых трубопроводов.
17. Ремонт валопроводов, движителей и насадок.
18. Ремонт рабочих устройств дноуглубительных снарядов и гидроперегрузателей.
19. Ремонт скоростных судов.
20. Ремонт судового электрооборудования.
21. Ремонт судового радиооборудования.
22. Металлорежущие станки, применяемые при ремонте судов.
23. Технологические процессы и оборудование сварочных и наплавочных работ.
24. Технология и оборудование деревообрабатывающих, отделочных и изоляционных работ.
25. Технологические процессы и оборудование очистных и окрасочных работ.
26. Технологические процессы и оборудование кузнечных и штамповочных работ.
27. Технология и оборудование литейного производства.
28. Технологические процессы и оборудование термообработки и упрочнение металлов.
29. Технологические процессы и оборудование восстановления деталей судовых механизмов.
30. Технология и оборудование изготовления судовых изделий из пластмасс.

31. Методики расчета режимов работы и выбор оборудования для судоремонтного производства.
32. Основные направления совершенствования судоремонта.

Средства диагностики

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных работ (заданий) по отдельным темам;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача экзамена по дисциплине.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Выдержки из учебной программы дисциплины

Согласно учебному плану для очной формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 120 ч., из них аудиторных – 52 часа.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
3	6	52	–	–	экзамен

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ I. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ИЗДЕЛИЙ В СУДОРЕМОНТЕ. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СУДОСТРОЕНИИ

Тема 1.1. Основы взаимозаменяемости изделий в судоремонте

Понятие взаимозаменяемости. Допуски. Совокупность рядов допусков и посадок. Точность обработки деталей. Шероховатость поверхностей.

Тема 1.2. Материалы, применяемые в судоремонте и судостроении

Металлические материалы. Деревянные материалы. Изделия из пластмасс. Характеристики материалов (механические, электрические, антикоррозионные, противопожарные и т.д.).

РАЗДЕЛ II. ВИДЫ СУДОРЕМОНТНЫХ РАБОТ

Тема 2.1. Ремонт металлических корпусов и надстроек судов

Повреждения элементов корпусов при эксплуатации судов. Методы измерения и нормирование износов элементов корпуса. Подготовительные и вспомогательные работы. Восстановление непроницаемости корпуса. Правка корпусных конструкций. Технология ремонта и замены изношенной обшивки, набора и кованых деталей корпуса. Оборудование корпусообрабатывающих участков судоремонтных предприятий.

Тема 2.2. Ремонт судовых дизелей

Подготовка дизелей к ремонту. Ремонт фундаментных рам и блоков цилиндров. Ремонт коленчатых валов. Ремонт шатунов. Ремонт цилиндрических втулок и поршней. Ремонт распределительного вала и кулачковых шайб. Ремонт подшипников скольжения. Ремонт топливных насосов. Ремонт

форсунок. Укладка коленчатых валов в подшипники. Сборка деталей шатунно-поршневой группы. Методы и средства контроля пространственных отклонений.

Тема 2.3. Ремонт судовых котлов и теплообменных аппаратов

Износы, повреждения и дефектация судовых котлов. Технология ремонта судовых котлов. Ремонт теплообменных аппаратов.

Тема 2.4. Ремонт судовых вспомогательных механизмов

Повреждения основных деталей судовых механизмов, организация их ремонта. Ремонт центробежного насоса. Ремонт шестеренного насоса. Ремонт брашпиля и лебедки. Ремонт рулевых машин и рулевого устройства. Ремонт якорного, швартового, буксирного и шлюпочного устройства.

Тема 2.5. Ремонт и изготовление судовых трубопроводов

Износы, повреждения, дефектация и демонтаж трубопроводов. Основные методы ремонта трубопроводов и их элементов. Изготовление трубопроводов из металла. Соединение элементов трубопроводов. Антикоррозионная защита трубопроводов и изоляция. Монтаж и испытание трубопроводов.

Тема 2.6. Ремонт валопроводов, движителей и насадок

Повреждения. Дефектация валопроводов, винторулевого комплекса и их деталей. Ремонт деталей валопроводов и движительно-рулевого комплекса. Пробивка осевых линий валопроводов, их сборка и центрирование. Сборка и проверка установки осевой линии валопроводов и движительно-рулевых комплексов.

Тема 2.7. Ремонт рабочих устройств дноуглубительных снарядов и гидроперегрузателей

Износы и повреждения деталей рабочих устройств гидроперегрузателей и дноуглубительных снарядов. Ремонт грунтоприемных устройств грунтовых насосов пульпропроводов землесосного снаряда. Ремонт свайных устройств свайно-папильонажных дноуглубительных снарядов. Восстановление и ремонт черпаковых устройств. Ремонт экскаваторного оборудования штанговых и грейферных дноуглубительных снарядов. Ремонт передач, деталей оперативных лебедок и направляющих устройств. Повышение износостойкости рабочих устройств дноуглубительных снарядов.

Тема 2.8. Ремонт скоростных судов

Технологическая характеристика объектов ремонта. Ремонт корпусов и надстроек. Ремонт покрытий и отделки судовых помещений. Ремонт крыльевых устройств. Ремонт гребных винтов. Ремонт валопроводов. Ремонт водометных движительно-рулевых комплексов. Специальные средства технологического оснащения для ремонта ДРК скоростных судов.

Тема 2.9. Ремонт судового электрооборудования

Неисправности и дефектация судовых электрических машин. Ремонт электрических машин. Испытания электрических машин. Ремонт электрических аппаратов, распределительных устройств и аккумуляторов. Ремонт судовых электрических сетей.

Тема 2.10. Ремонт судового радиооборудования

Организация ремонта. Технология ремонта судового радиооборудования. Радиоизмерительные приборы для ремонта судового радиооборудования.

РАЗДЕЛ III. ОБОРУДОВАНИЕ СУДОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Тема 3.1. Металлорежущие станки, применяемые при ремонте судов

Ряды частот вращения шпинделя станков. Станки токарной группы. Станки сверлильные и расточные. Станки строгально-долбежной группы. Станки фрезерной группы. Шлифовальные станки. Станки ЧПУ, сбалансированные манипуляторы, автооператоры и промышленные роботы.

Тема 3.2. Технологические процессы и оборудование сварочных и наплавочных работ

Оборудование для дуговой сварки и наплавки. Оборудование для газовой сварки и резки. Сварочные материалы. Сварка при ремонте корпусов судов. Сварка при ремонте стальных конструкций и деталей судовых механизмов и котлов. Автоматическая дуговая наплавка под флюсом стальных цилиндрических деталей. Сварка при ремонте латунных гребных винтов судов на подводных крыльях. Сварка чугуновых деталей при судоремонте.

Тема 3.3. Технология и оборудование деревообрабатывающих, отделочных и изоляционных работ

Породы дерева, применяемые в судоремонте. Сушка и предохранение древесины от гниения и горения. Допуски и посадки, шероховатость поверхности при обработке древесины. Деревообрабатывающее оборудование. Склеивание и отделка древесины. Восстановление и нанесение покрытий. Отделка судовых помещений листовыми и рулонными материалами. Ремонт деревянных палубных покрытий. Покрытие палуб и полов судовых помещений мастиками, линолеумом и плитками.

Тема 3.4. Технологические процессы и оборудование очистных и окрасочных работ

Классификация лакокрасочных покрытий. Оборудование и инструмент для окрасочных работ. Приготовление лакокрасочных материалов.

Шпаклевочные и грунтовые работы. Технология окрасочных работ и их механизация. Технология очистки поверхностей корпусов и надстроек судов.

Тема 3.5. Технологические процессы и оборудование кузнечных и штамповочных работ

Кузнечное и штамповочное оборудование судоремонтных предприятий. Способы нагревания металла перед ковкой и штамповкой, охлаждение поковок. Технология свободнойковки. Горячая объемная штамповка.

Тема 3.6. Технология и оборудование литейного производства

Оборудование плавильных отделений литейных цехов. Структура металлов. Типовые составы шихты. Изготовление литейных форм. Основные и вспомогательные формовочные материалы. Подготовка первичных материалов. Приготовление формовочных и стержневых смесей.

Тема 3.7. Технологические процессы и оборудование термообработки и упрочнение металлов

Виды термообработки металлов. Оборудование и технология термической обработки стали. Поверхностная закалка стали. Химико-термическая обработка стали. Термическая обработка чугуна. Термическая обработка сплавов алюминия. Упрочнение способом поверхностного пластического деформирования.

Тема 3.8. Технологические процессы и оборудование восстановления деталей судовых механизмов

Хромирование. Осталивание деталей. Металлизация деталей напылением. Восстановление деталей путем установки компенсаторов. Восстановление деталей способом пластического деформирования. Восстановление деталей склеиванием.

Тема 3.9. Технология и оборудование изготовления судовых изделий из пластмасс

Горячее прессование пластмасс. Литье термопластов под давлением. Сварка термопластов. Нанесение порошковых полимерных покрытий. Методы изготовления судовых конструкций и изделий из стеклопластиков. Механическая обработка пластмасс.

РАЗДЕЛ IV. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СУДОРЕМОНТА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Тема 4.1. Методики расчета режимов работы и выбор оборудования для судоремонтного производства

Выбор и расчет режимов металлопокрытия, сварки, резки, наплавки, упрочнения поверхностей. Подбор оборудования на основе оптимизации

режимов его работы по эксплуатационным и конструктивно-технологическим параметрам.

Тема 4.2. Основные направления совершенствования судоремонта

Стандартизация деталей и узлов, унификация судовых механизмов, типизация судов. Совершенствование технологии судоремонта. Перенесение ремонтных работ с судов в закрытые помещения. Развитие и совершенствование агрегатного и агрегатно-узловых методов судоремонта. Совершенствование организации ремонта флота силами судовых экипажей. Групповой метод зимнего ремонта флота. Поточные методы организации ремонта судов. Основные направления и тенденции при создании высокопроизводительных и энергоэффективных образцов оборудования для судоремонтных работ.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список литературы

Основная литература

1. Ремонт речных судов: Справочник / А.Ф. Видецкий [и др.]; под ред. А.Ф. Видецкого. – М.: Транспорт, 1988. – 432 с.
2. Справочник по ремонту речных судов / М.И. Чернов [и др.]; под общ. ред. М.И. Чернова. – М.: Транспорт, 1973. – 480 с.
3. Справочник ремонтника-корпусника / А.Д. Юнтер [и др.]; под ред. А.Д. Юнтера. – М.: Транспорт, 1977. – 352 с.
4. Испытание материалов: справочник / Х. Блюменауэра [и др.]; под ред Х. Блюменауэра. – М.: Металлургия, 1979. – 447 с.
5. Белянин, С. Техническая эксплуатация речного флота / С. Белянин, Б. Васильев, А. Видецкий. – М.: Транспорт, 1976. – 335 с.

Дополнительная литература

1. Баркова, Н.А. Виброакустические методы диагностики СУ: методические указания к лабораторным работам / Н.А. Баркова. – Л.: ЛКИ, 1986. – 48 с.
2. Баркова, Н.А. Виброакустические методы диагностики СУ: методические указания к лабораторным работам. Часть 2 / Н. А. Баркова. – Л.: ЛКИ, 1986. – 57 с.
3. Калявин, В.П. Основы теории надежности и диагностики: учебник / В.П. Калявин. – СПб.: ЭЛМОР, 1996. – 189 с.
4. Калявин, В.П. Надежность и техническая диагностика судового электрооборудования и автоматики: учебник / В.П. Калявин, А.В. Мозгалевский, В.Л. Галка. – СПб.: ЭЛМОР, 1996. – 270 с.

Учебно-методические пособия

1. Качанов, И.В. Оборудование судоремонтного производства: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация водного транспорта» / И.В. Качанов, И.М. Шаталов, А.М. Якимович, Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Кораблестроение и гидравлика». – Минск: БНТУ, 2017. – 115 с.: ил.