



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Кораблестроение и гидравлика»

**И. В. Качанов
И. М. Шаталов
А. М. Якимович**

**ОБОРУДОВАНИЕ СУДОРЕМОНТНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

Учебно-методическое пособие

**М и н с к
Б Н Т У
2 0 1 7**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Кораблестроение и гидравлика»

И. В. Качанов
И. М. Шаталов
А. М. Якимович

ОБОРУДОВАНИЕ СУДОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебно-методическое пособие для студентов специальности
1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация
водного транспорта»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2017

УДК 629.5.017:378.14(075.8)

ББК 39.42-01я7

К31

Рецензенты:

зав. кафедрой «Энергосбережение, гидравлика и теплотехника»

канд. техн. наук, доцент. *А.С. Дмитриченко;*

зав. отделом «Исследования в области водного транспорта

БелНИИТ "Транстехника"» *А. П. Афанасьев*

Качанов, И. В.

К31 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. – Минск: БНТУ, 2017. – 115 с.

ISBN 978-985-550-609-7.

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Оборудование судоремонтного производства» представляет практический интерес для студентов таких специальностей, как «Кораблестроение и техническая эксплуатация водного транспорта», «Водохозяйственное строительство», «Порты и портовые сооружения» и т. д., полностью соответствует типовой учебной программе читаемой дисциплины, которая преподается студентам специальности 1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация водного транспорта».

Кратко изложены виды судоремонтного производства и основные технологии, техника, станки и инструменты, применяемые в этой области судостроения.

УДК 629.5.017:378.14(075.8)

ББК 39.42-01я7

ISBN 978-985-550-609-7

© Качанов И. В., Шаталов И. М.,
Якимович А. М., 2017

© Белорусский национальный
технический университет, 2017

Содержание

Введение	6
1. Материалы, применяемые в судоремонтном производстве	7
1.1. Углеродистая сталь	8
1.2. Легированная сталь	8
1.3. Чугуны	9
1.4. Сплавы алюминия	9
1.5. Антифрикционные легкоплавкие сплавы (баббиты)	10
1.6. Судокорпусная сталь	10
1.7. Сталь для судовых валов, якорей и якорных цепей	10
1.8. Детали судовых двигателей	10
1.9. Детали топливной аппаратуры	11
1.10. Породы дерева, применяемые в судостроении и судоремонте	11
1.11. Судовые изделия из пластмассы	12
2. Ремонт металлических корпусов и надстроек судов	13
2.1. Повреждение элементов корпусов при эксплуатации судов	13
2.2. Методы измерения и нормирование износов элементов корпуса	17
2.3. Подготовительные и вспомогательные работы	22
2.4. Восстановление непроницаемости корпуса. Правка корпусных конструкций	27
2.5. Технология ремонта и замены изношенной обшивки, набора и кованых деталей корпуса	32
2.6. Оборудование корпусообрабатывающих участков судоремонтных предприятий	37
3. Ремонт судовых дизельных двигателей	46
3.1. Подготовка дизелей к ремонту	46
3.2. Ремонт фундаментных рам и блоков цилиндров	48
3.3. Ремонт коленчатых валов	48
3.4. Ремонт шатунов	49
3.5. Ремонт цилиндрических втулок и поршней	50
3.6. Ремонт распределительного вала и кулачковых шайб	50
3.7. Ремонт подшипников скольжения	51
3.8. Ремонт топливных насосов	51
3.9. Ремонт форсунок	53

3.10. Укладка коленчатых валов в подшипники.....	54
3.11. Сборка деталей шатунно-поршневой группы.....	54
4. Ремонт судовых котлов.....	55
4.1. Износы, повреждения и дефектация судовых котлов.....	55
4.2. Технология ремонта судовых котлов.....	56
4.3. Ремонт теплообменных аппаратов.....	57
5. Ремонт судовых вспомогательных механизмов.....	61
5.1. Повреждение основных деталей судовых механизмов. Организации их ремонта.....	61
5.2. Ремонт центробежного насоса.....	62
5.3. Ремонт шестеренного насоса.....	63
5.4. Ремонт брашпиля и лебедки.....	63
5.5. Ремонт рулевых машин и рулевого устройства.....	64
5.6. Ремонт якорного, швартовного, буксирного и шлюпочного устройств.....	64
6. Ремонт и изготовление судовых трубопроводов.....	66
6.1. Износы, повреждения, дефектация и демонтаж трубопроводов.....	66
6.2. Основные методы ремонта трубопроводов и их элементов.....	66
6.3. Анतिकоррозионная защита трубопроводов и изоляция.....	68
6.4. Монтаж и испытание трубопроводов.....	68
7. Ремонт валопроводов, движителей и насадок.....	69
7.1. Повреждения. Дефектация валопроводов, винторулевого комплекса и их деталей.....	69
7.2. Ремонт деталей валопроводов и движительного-рулевого комплекса.....	70
7.3. Пробивка осевых линий валопроводов, их сборка и центрирование.....	71
7.4. Сборка и проверка установки осевой линии валопроводов и движительно-рулевых комплексов.....	73
8. Ремонт рабочих устройств дноуглубительных снарядов и гидроперегрузателей.....	75
8.1. Износы и повреждение деталей рабочих устройств гидроперегрузателей и дноуглубительных снарядов.....	75
8.2. Ремонт грунтоприемных устройств грунтовых насосов пульпопроводов землесосного снаряда.....	75
8.3. Ремонт свайных устройств свайно-папильонажных дноуглубительных снарядов.....	78

8.4. Восстановление и ремонт черпаковых устройств	79
8.5. Ремонт экскаваторного оборудования штанговых и грейферных дноуглубительных снарядов	80
8.6. Ремонт передач, деталей оперативных лебедок и направляющих устройств	82
9. Ремонт скоростных судов	84
9.1. Технологическая характеристика объектов ремонта	84
9.2. Ремонт корпусов и надстроек	85
9.3. Ремонт покрытий и отделки судовых помещений	88
9.4. Ремонт крыльевых устройств	89
9.5. Ремонт гребных винтов	91
9.6. Ремонт валопроводов	92
9.7. Ремонт водометных движительно-рулевых комплексов	93
9.8. Специальные средства технологического оснащения для ремонта ДРК скоростных судов	96
10. Ремонт судового электрооборудования	102
10.1. Неисправности и дефектация судовых электрических машин	102
10.2. Ремонт электрических машин	105
10.3. Ремонт электрических аппаратов, распределительных устройств и аккумуляторов	108
10.4. Ремонт судовых электрических сетей	110
11. Ремонт судового радиооборудования	111
11.1. Организация ремонта	111
11.2. Технология ремонта судового радиооборудования	112
11.3. Радиоизмерительные приборы для ремонта судового радиооборудования	114

ВВЕДЕНИЕ

Суть судоремонтного производства заключается в том, чтобы свести судоремонт к замене изношенных узлов, механизмов или элементов судов заранее отремонтированными 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 так же 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. Для обеспечения взаимозаменяемости деталей размеры их сопрягаемых поверхностей изготавливаются с заранее установленными допусками на неточность изготовления. Значение допуска и расположение поля допуска связаны с характером соединения (посадкой).

1. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СУДОРЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В судоремонте и судостроении применяются металлические, деревянные, полимерные или пластмассовые материалы. Металлические материалы, применяемые в судоремонте:

- углеродистые стали обыкновенного качества;
- качественные конструкционные углеродистые стали;
- 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, рассчитываемых 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» – Ст3кп2;

«Б» – БСт3кп2;

«В» – ВСт3сп4.

1.1. Углеродистая сталь

Качественная конструкционная углеродистая сталь по виду обработки делится на горячекатанную и кованую, калиброванную и серебрянку (сталь со специальной отделкой поверхности). В зависимости от механических свойств эта сталь делится на пять категорий (1, 2, 3, 4, 5). Сталь категории 1 – без испытания механических свойств, все остальные категории – с испытанием. Механические свойства качественной стали приводятся в соответствующей литературе. При отсутствии требований к виду испытаний качественную сталь поставляют только 2-й категории. Качественную сталь могут поставлять без термообработки, термически обработанной и нагартованной. В зависимости от значения качественную сталь делят на две 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. Марка 45-4-б-Т: массовая доля углерода 0,45 %, Т – с термообработкой, 4-я категория, подгруппа «б».

Углеродистые инструментальные стали делятся на качественные (У7–У13) и высококачественные (У7А–У13А), отличающиеся количеством вредных примесей. Из этих сталей изготавливают режущий, мерительный, штамповый инструмент, а также детали технологической оснастки, работающие при невысоких температурах (ниже 150 °С). К положительным качествам высокоуглеродистой стали относят возможность получения высокой твердости и низкую стоимость. Недостатками являются невысокая теплостойкость и низкая прокаливаемость.

1.2. Легированная сталь

Легированные конструкционные стали предназначаются для изготовления различных деталей машин. Эти стали делятся на цементируемые, азотируемые, рессорно-пружинные, шарикоподшипни-

ковые, литейные. Марки этих сталей приведены в справочнике по ремонту судов.

Из цементируемых сталей, как правило, изготавливаются 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, 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 – дюралюмины), деталей судовых изделий (сплавы типа АЛ, АК, АО), судовой арматуры (АЛ), дельных вещей (АЛ).

1.5. Антифрикционные легкоплавкие сплавы (бabbиты)

Бabbиты применяют для заливки вкладышей и подшипников, главных и вспомогательных двигателей, подшипников судовых валопроводов и вспомогательных механизмов. Их подразделяют на высокооловянистые, малооловянистые и безоловянистые, основу которых составляет свинец.

1.6. Судокорпусная сталь

ГОСТ 5521–86 на свариваемую сталь для судостроения предусматривает возможность применения для изготовления корпусов судов и других конструкций судна как углеродистых, так и ряда низколегированных сталей. Ряд судокорпусных низколегированных сталей выпускается в соответствии с ведомственными ТУ. В судостроении и судоремонте используют следующие марки судокорпусной стали: углеродистые (С, ВСт), легированные (Г, ХСНД), высокопрочные свариваемые стали (Х2ГМР, ХМНДФР). Кипящую сталь (ВСт3кп), как правило, в судостроении применяют для изготовления лишь неотчетственных 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 служат литейная сталь (25Л, 30ГСЛ), литейная или кованая сталь (ВСт3сп). Для якорных цепей, как правило, используют углеродистые стали (Ст3, ВСт), а также легированные и углеродистые стали различной прочности.

1.8. Детали судовых двигателей

Коленчатые валы, шатуны, шатунные болты, изготавливают, как правило, из качественной и легированной конструкционной стали, цилиндрические втулки из серого чугуна (СЧ), втулки быстроходных

дизелей изготавливают из сталей конструкционных легированных, поршни судовых изделий – из чугуна или алюминиевых сплавов.

Поршневые кольца являются ответственными деталями дизелей, поэтому чаще всего их изготавливают из легированного серого чугуна, содержащего хром, никель, малибден, 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 с последующей цементацией и закалкой или из среднеуглеродистых сталей с последующей индукционной закалкой, выпускные клапаны – из жаростойких сталей (мартенситного и аустенитного класса), пружины, клапаны – из пружинной стали.

1.9. Детали топливной аппаратуры

К деталям топливной аппаратуры относятся плунжеры, втулки плунжеров, нагнетательные клапаны, седла клапанов, корпуса распределителя, иглы распределителей и т. д. Их изготавливают из сталей трех видов: высокоуглеродистой, среднеуглеродистой и низкоуглеродистой.

1.10. Породы дерева, применяемые в судостроении и судоремонте

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

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 применяют 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;
- полистирол;
- поликарбонатдифлон;
- винипласт;
- 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:

- поливинилбутиральная порошковая краска (ПВЛ-212, ПВЛ-212с) – защитно-декоративное покрытие для эксплуатации внутри помещения;
- эпоксидная порошковая краска (П-ЭП-177) (серого цвета) – антикоррозионные электроизоляционные атмосферостойкие покрытия;
- порошки из полиамидов (ПП-610, АК80/20) – антифрикционное покрытие;
- 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 три 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, появляющаяся 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 (рис. 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 (рис. 2.1, б) и язвенная коррозия (рис. 2.1, в); точечную коррозию – это начало язвенной коррозии (рис. 2.1, г); межкристаллитную коррозию (рис. 2.1, д), т. е. разрушение на границах между кристаллами металла.

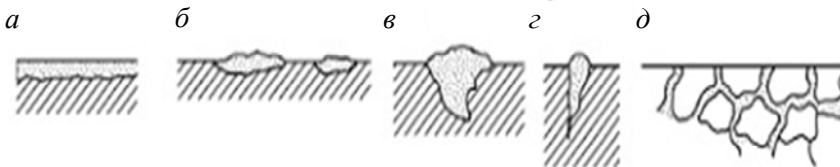


Рис. 2.1. Основные виды коррозионных разрушений

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, вызванный 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 температуру воды, а также ее скорость 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 разрушения 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 табл. 2.1.

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 стрелой прогиба, длиной l и шириной b , а также зоной распространения по длине или высоте корпуса судна (рис. 2.2).

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 0,005 до 0,01	3
Стойкие	Свыше 0,01 до 0,05	4
	Свыше 0,05 до 0,1	5
Пониженно-стойкие	Свыше 0,1 до 0,5	6
	Свыше 0,5 до 1,0	7
Малостойкие	Свыше 1,0 до 5,0	8
	Свыше 5,0 до 10,0	9
Нестойкие	Свыше 10,0	10

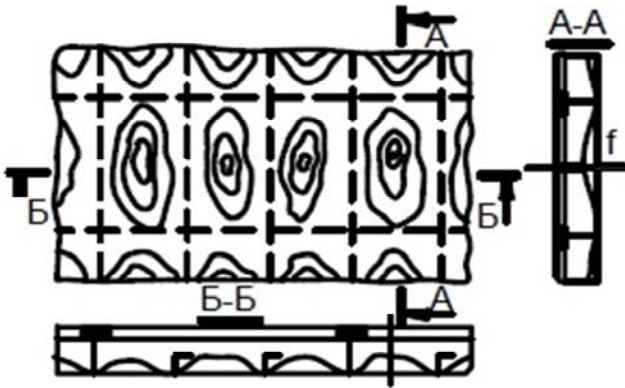


Рис. 2.2. Гофрировка

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

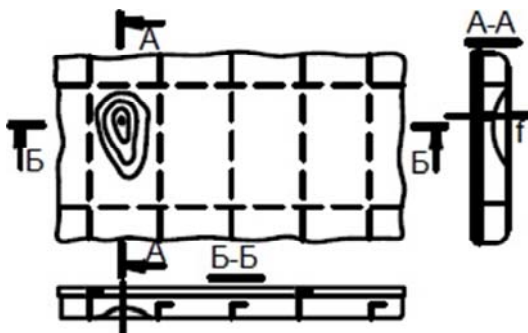


Рис. 2.3. Бухтина

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

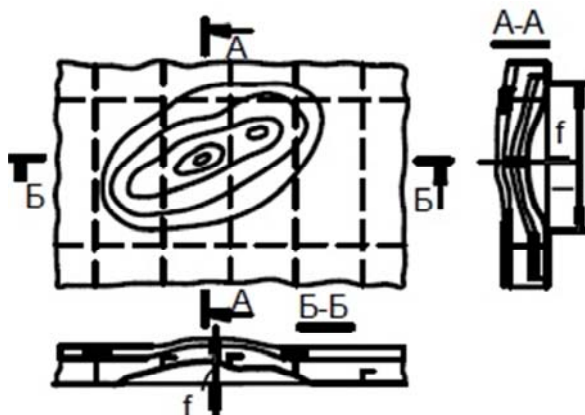


Рис. 2.4. Вмятина

При образовании вмятин изгибается главным образом холостой набор, который теряет устойчивость и заваливается к обшивке. Рамный набор изгибается в зоне действия внешнего усилия: стенка теряет устойчивость или ее кромка деформируется 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 наличие 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, околошовных 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 основаны на использовании различных принципов распространения или отражения ультразвука. На судоремонтных предприятиях наиболее распространен 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 обратнорассеянного гамма-излучения от толщины измеряемого материала. В настоящее время существуют промышленные образцы таких приборов, напри-

мер TOP-3 (толщиномер отражения радиоактивный). Толщину 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 довольно значительная (4 %).

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 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 при наличии профилограмм и вычисленных $H_{\text{с.к}}$ определяют по формуле

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

где t_0 – строительная толщина обшивки, мм;

$H_{\text{с.к.язв}}^{\text{H}}$ и $H_{\text{с.к.язв}}^{\text{B}}$ – соответственно средняя квадратическая глубина язвенной коррозии с наружной и внутренней стороны обшивки.

Гравиметрический метод определения средней толщины изношенного листа обшивки заключается во взвешивании вырезанных из корпуса пластин и является наиболее точным. Наличие язв не влияет на точность результатов измерений, так как благодаря взвешиванию толщина листа осредняется 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, определяют по формуле

$$t_{\text{ср}} = \frac{G}{\rho F}, \text{ см,}$$

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

Керосиномеловой способ заключается в смазывании керосином очищенной поверхности обследуемого участка с 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 износ сравнивают с допустимыми значениями.

При деформации 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), рис. 2.5.

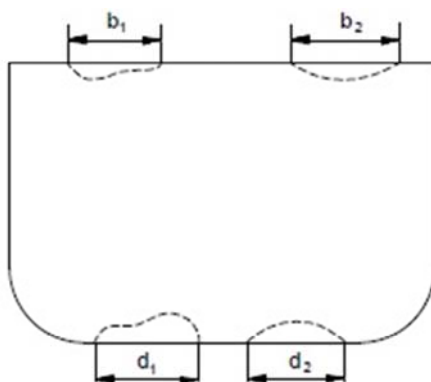


Рис. 2.5. Характер распространения вмятин по сечению корпуса

По результатам измерений параметров вмятин определяют отношение f_{\max} / l и суммарные длины вмятин ($\sum b_i, \sum d_i$). При деформации обшивки у гофрировки и бухтин измеряют максимальные стрелы 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 Республики Беларусь.

Износ основных групп связей корпуса судна определяют в зависимости от значений толщин, указанных в проекте, а при отсутствии такового – толщин, регламентируемых Правилами постройки.

У судов, предназначенных для плавания в битом льду, предельно допустимый износ в обшивке ледового пояса не должен превышать 15 % проектных толщин. Остаточная толщина в месте 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 Республики Беларусь специальные нормативы для оценки технического состояния судов могут быть установлены по результатам расчета общей прочности, выполненного по методике, согласованной с Речным регистром Республики Беларусь.

Судну выставляют оценку технического состояния «запрещенное», если:

- хотя бы один из дефектов превышает нормы для судов с оценкой «ограниченно годное» или 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 непроницаемых переборок;

- при разрывах и трещинах балок набора и сварных швов, соединяющих балки между собой и с обшивкой;

- если есть три цементные заделки и более в одном отсеке или более шести 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 1 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 (гол. – 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 (рис. 2.6, 2.7, 2.8).



Рис. 2.6. Общий вид эллинга



Рис. 2.7. Вход в эллинг



Рис. 2.8. Эллинг для спуска судна

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

Стапель (от нидерл. – *stapel*, нем. – *Helling*, *Helgen* и *Helligen*, мор. – эллинг, стапель) – сооружение для постройки судна и спуска его на воду (рис. 2.9).



Рис. 2.9. Стапель

Постройка (сборка) судна на стапеле начинается с 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).

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



Рис. 2.10. Слипы

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



Рис. 2.11. Доки

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 этом случае судно подводят на заранее подготовленную затопляемую площадку со стпель-блоками и при спаде воды судно устанавливают на них. 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 на палубу (или в корпус) загружают необходимое количество груза. Кренование выполняют при состоянии судна в порожнем.

Кессоны – это ящики различной конструкции и формы, устанавливаемые на поврежденные участки корпуса, верхние части которых при поджатии к судну выступают над уровнем воды (рис. 2.12).

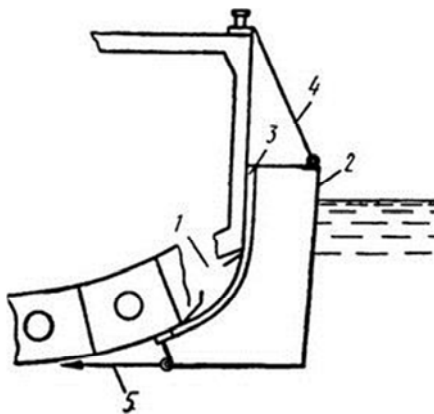


Рис. 2.12. Бортовой кессон:

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

Доступ к поврежденному участку корпуса становится возможным после обжатия кессона и удаления воды из кессонного пространства.

Различают кессоны временные и постоянные.

Временные кессоны изготовляют 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.

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

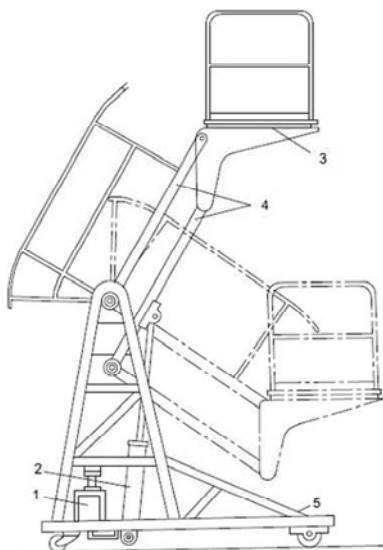


Рис. 2.13. Гидравлическая платформа:

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

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 трещины 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 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 – термосиловой метод (рис. 2.14–2.16).

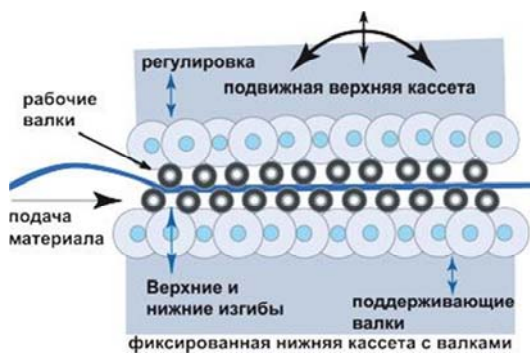


Рис. 2.14. Правка листовой стали с помощью валков



Рис. 2.15. Валковый инструмент

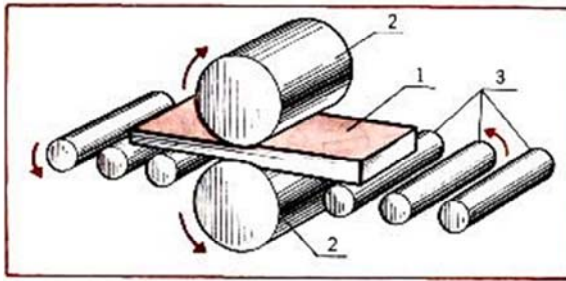


Рис. 2.16. Схема получения листового металла:
1 – заготовка; 2 – валики; 3 – ролики

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.

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 (рис. 2.17) по схеме, изображенной на рис. 2.18, *а*.



Рис. 2.17. Газовая горелка

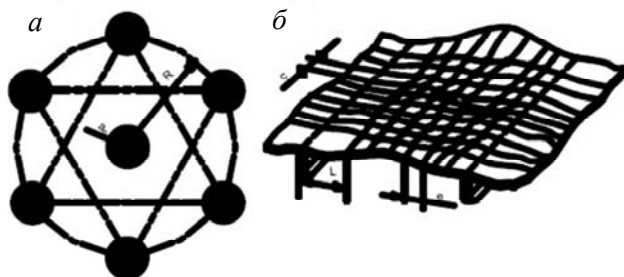


Рис. 2.18. Схема распространения пятен при правке методом нагрева

Вначале прогревают центральное пятно, затем пятна, расположенные по окружности. Разогревать 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.

На рис. 2.18, *б* изображена схема расположения пятен нагрева, при которой деформационный участок обшивки выполняется без проколачивания.

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. Для правки листов из алюминиевых сплавов использовать 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 (рис. 2.19), после чего правят оставшиеся бухтины обшивки (рис. 2.20).

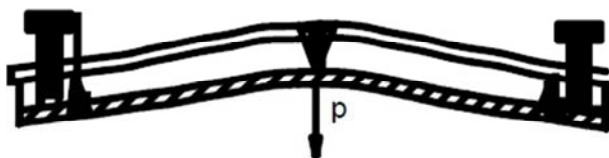


Рис. 2.19. Схема правки набора

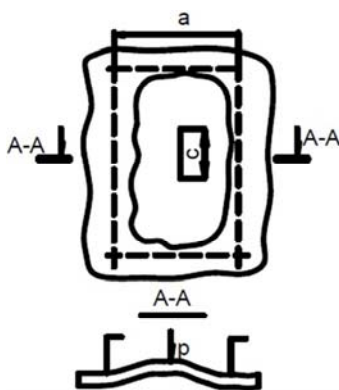


Рис. 2.20. Схема правки обшивки

Для правки вмятин с наружной стороны судна (при отсутствии или трудности доступа с внутренней стороны) создан специальный агрегат, который состоит из передвижного подъемного устройства 2, смонтированного на четырехколесном шасси 1 (рис. 2.21). Устройство для правки состоит из балки 5 с вмонтированным в ее центре гидродомкратом и двух передвижных упоров 6 по краям. На шасси установлен гидравлический насос 9 для питания гидродомкрата.

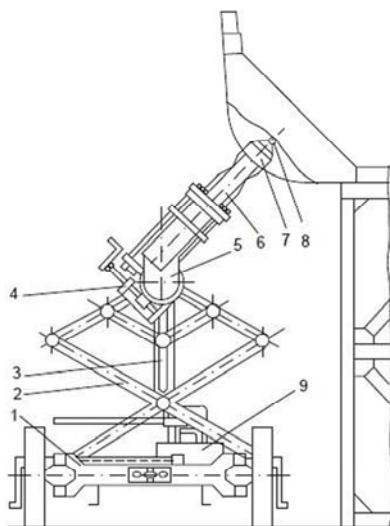


Рис. 2.21. Агрегат для правки вмятин:

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

Ликвидацию вмятин начинают с правки холостого набора. В центре максимального прогиба приваривают шпильку 8 с заплечником, к которому подводят паз захватного устройства 7. Передвижные упоры устанавливают на границе неповрежденной 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 кованых деталей корпуса

Корпусные конструкции и их элементы, износы и деформация которых превышают предельно допустимые нормы, заменяют новыми по построечным размерам. Иногда изношенные и деформированные участки дополнительно подкрепляют 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 конструкций, повреждённых из-за аварий или проведения модернизационных работ, иногда применяют секционно-блочный метод ремонта, при котором выполняют следующие этапы работ:

- определение размеров заменяемых конструкций (или дополнительных секций при удлинении корпуса);
- удаление заменяемых конструкций;
- изготовление новых секций и соединение 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 крепление) или гребенок, струбцин, талрепов и стяжек (эластичные крепления). Способы закрепления указаны на рис. 2.22–2.25.

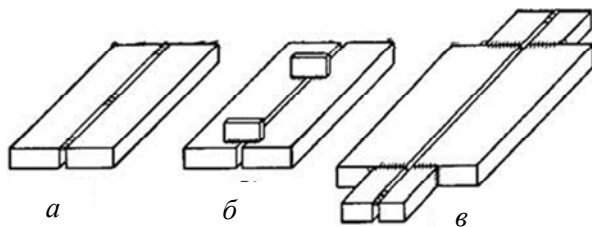


Рис. 2.22. Способы закрепления деталей перед сваркой:
а – прихватки; б – гребенки; в – концевые планки

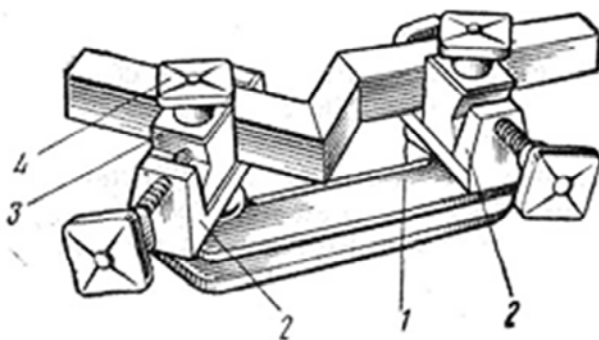


Рис. 2.23. Универсальное приспособление для сварки мелких узлов: 1 – платформа; 2 – струбцины; 3 – призма; 4 – винт-фиксатор

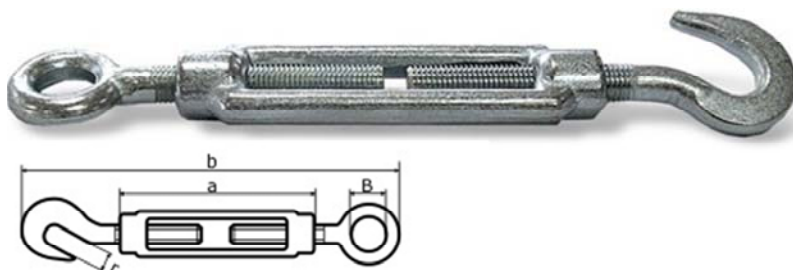


Рис. 2.24. Талреп

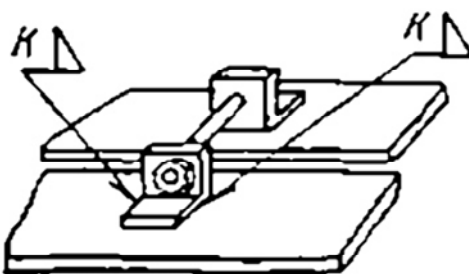


Рис. 2.25. Стяжка с болтом и приваренными угольниками для сварки крупных конструкций из листового проката

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 под сварку, а волнистость обшивки выпрямляют по кромкам выреза;
- контур нового листа размечают, углы скругляют и лист обрезают по разметке, по двум кромкам листа снимают фаски под сварку и лист устанавливают в корпусе на прихватках по двум чистым кромкам, а по двум другим кромкам прирезают;
- установленный лист прихватывают к обшивке и набору.

Сварку листа с обшивкой и набором ведут обратноступенчатым 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 наметченному контуру и под линейку зачищают одну кромку листа, снимая фаски под сварку, лист гнут по шаблону и пригоняют по месту. Остальные операции не отличаются от описанных при замене плоских листов.

Изношенный холостой и рамный 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 рамного набора и подкрепляющих ребер выполняют в такой последовательности:

- размечают контур и удаляют поврежденный участок рамного 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 две 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;
- лист и подкрепляющие ребра жесткости сваривают с флором;
- после разделки корня шва сваривают заменяемые участки рамного набора со второй стороны напроход 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 брусев вырезают газовым резаком (рис. 2.26), обшивку корпуса под ними очищают от продуктов коррозии и окрашивают защитным покрытием, при этом оставляют узкие полоски для сварных швов. Заготовленную в цехе коробку привального бруса окрашивают с внутренней стороны, доставляют к месту установки, пригоняют по обводам корпуса и приваривают к обшивке.

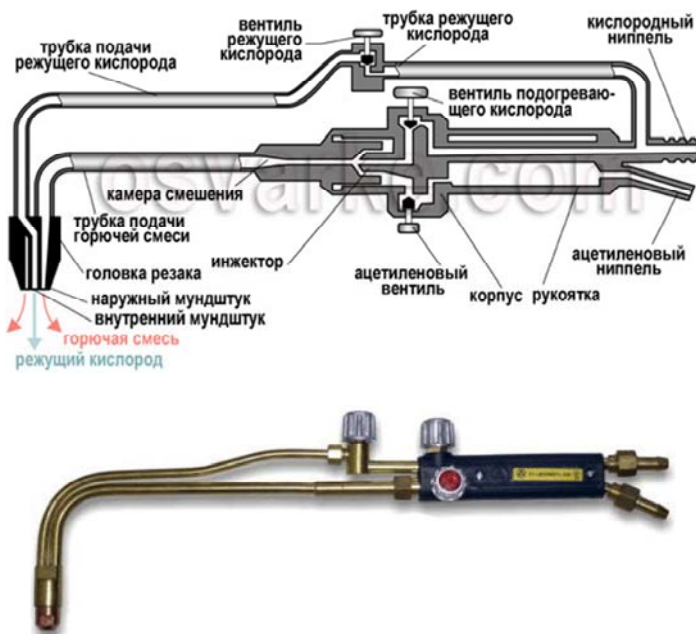


Рис. 2.26. Газовый резак

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 судна 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 кованные или литые детали в процессе эксплуатации также иногда повреждаются. Клюзы 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 для сварки, рис. 2.27.

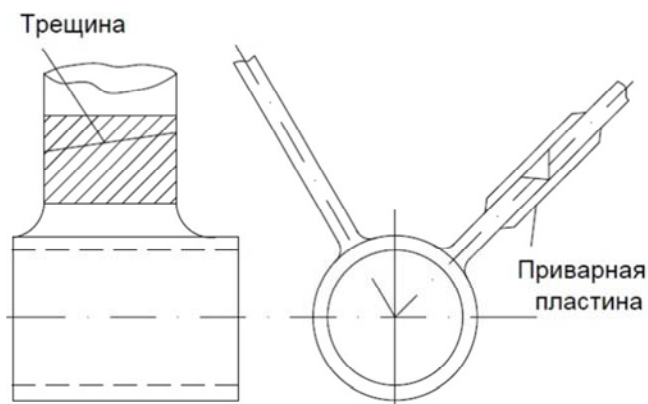


Рис. 2.27. Схема заварки трещин в лапе кронштейна

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 (рис. 2.28), имеющих от 5 до 17 валков, расположенных в 2 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.

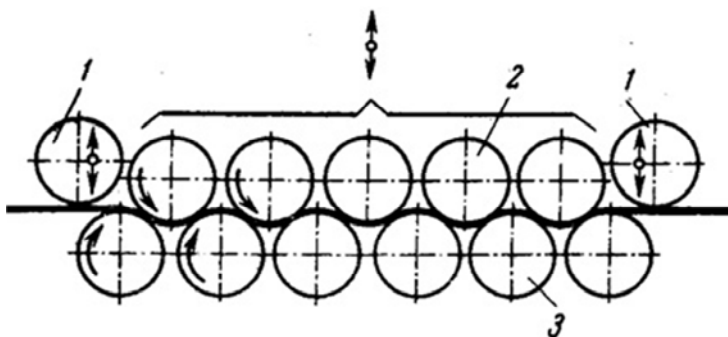


Рис. 2.28. Многовалковые листопрямильные вальцы:
1 – направляющие валки; 2 – верхние правильные валки;
3 – нижние правильные валки

Правка – это процесс изгиба листа в противоположных прогибу направлениях, лист пропускают между двумя параллельными рядами валков. При больших стрелках прогиба бухтины листы также правят в вальцах. В этом случае на бухтины последовательно укладывают прокладки в виде полос из мягкой стали и лист прокатывают.

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



Рис. 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 (рис. 2.30, 2.31).

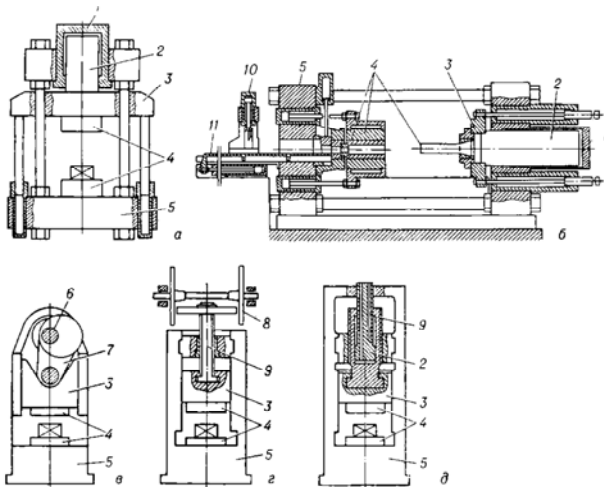


Рис. 2.30. Принципиальные схемы прессов:

- a* – гидравлический вертикальный; *b* – гидравлический горизонтальный;
- v* – кривошипный; *z* – фрикционный; *d* – гидровинтовой; 1 – рабочий цилиндр;
- 2 – плунжер; 3 – ползун; 4 – инструмент; 5 – станина; 6 – кривошипный вал;
- 7 – шатун; 8 – фрикционная передача; 9 – шпindelь; 10 – ножницы;
- 11 – выдвижной стол



Рис. 2.31. Гидравлический пресс

Правку профильного металла осуществляют на роликовых правильных машинах (рис. 2.32), работающих по тому же принципу, что и листопрямильные вальцы. На судоремонтных предприятиях речного флота Республики Беларусь профили правят на гибочно-рихтовальных станках типа «Бульдозер».

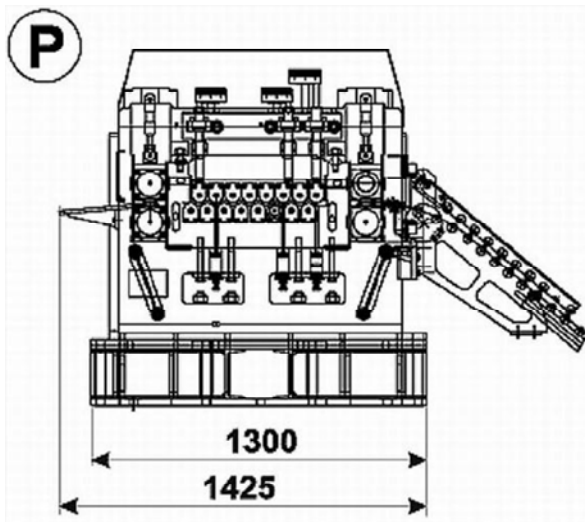


Рис. 2.32. Роликовая правильная машина

Листовые и профильные детали, деформированные в процессе их обработки, правят на листоправильных вальцах с применением подкладного листа. Правку листов из алюминиевых сплавов, 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 вручную 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 (рис. 2.33–2.37), характеристики которых представлены в табл. 2.2 и 2.3.

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

Таблица 2.3

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



Рис. 2.33. Гильотинные ножницы (ручные)

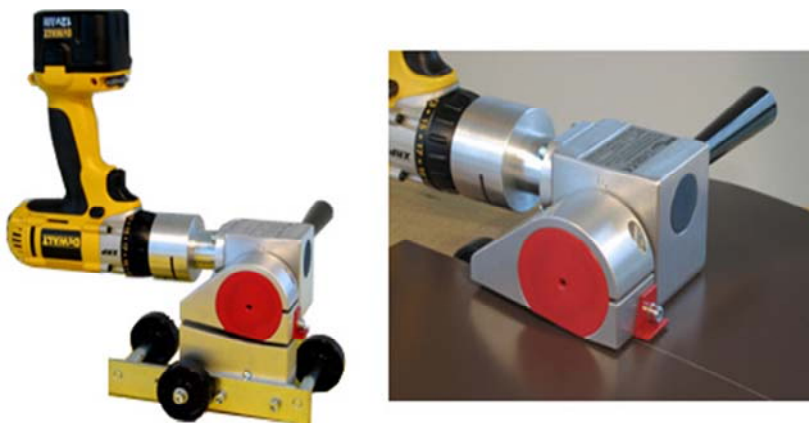


Рис. 2.34. Дисковые ножницы

Вибрационные ножницы (см. рис. 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*.

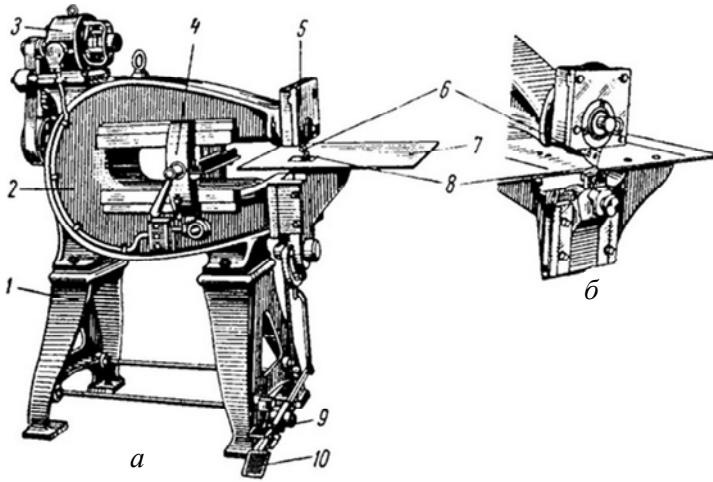


Рис. 2.35. Вибрационные ножницы:
a – общий вид; *б* – крепление верхнего и нижнего ножей

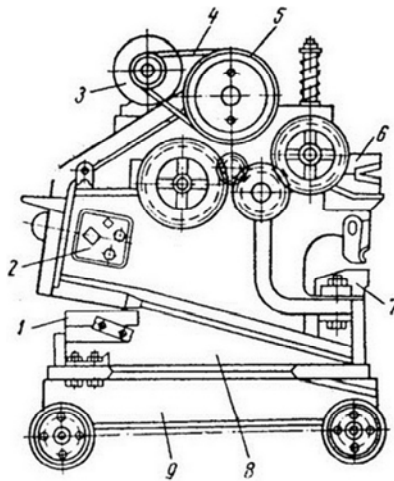


Рис. 2.36. Передвижные комбинированные пресс-ножницы

Передвижные комбинированные пресс-ножницы (см. рис. 2.36) имеют 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 без особых затруднений могут быть установлены 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.



Рис. 2.37. 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 (рис. 2.38).

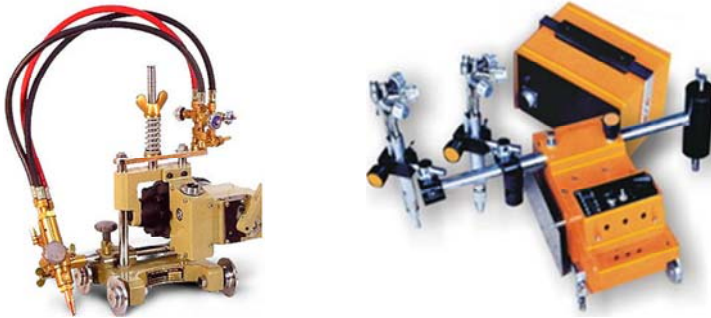


Рис. 2.38. Полуавтоматические и автоматические газорезательные машины

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

Резку листов из алюминиево-магниевых 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, переменной и знакопеременной кривизны.

Различают два метода гибки деталей – горячий и холодный. Горячий метод гибки применяют весьма редко: только для гибки детали особо сложной формы.

Холодную гибку листов одинарной кривизны выполняют на трех- и 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 табл. 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 (рис. 2.39).

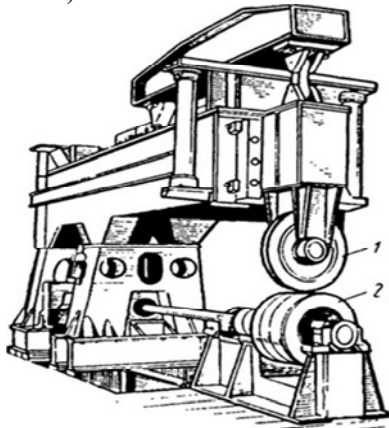


Рис. 2.39. Листогибочный станок типа ЛГС

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 (рис 3.1), внедрения комплексной механизации, повышения качества ремонта и снижения его себестоимости.

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.

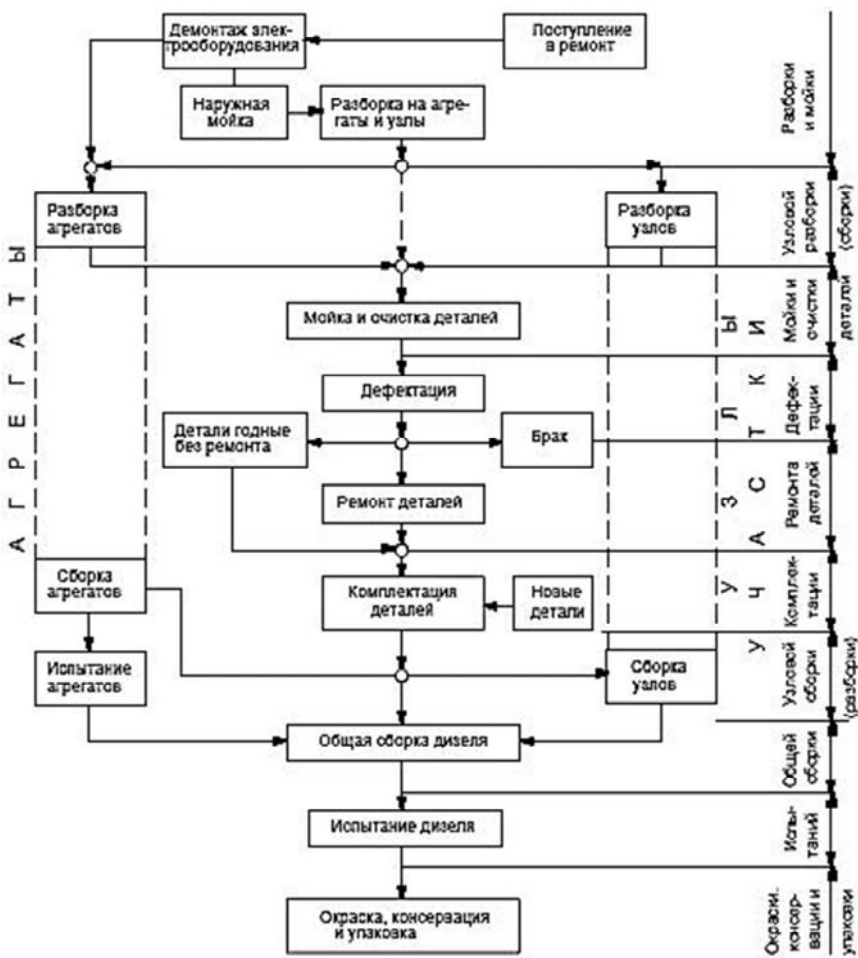


Рис. 3.1. Структурная схема технологического процесса ремонта дизелей в специализированных цехах

3.2. Ремонт фундаментных рам и блоков цилиндров

Ремонт фундаментных рам и блоков цилиндров заключается в восстановлении первоначальных размеров базовых поверхностей и устранении повреждений (трещин).

Общие и надежные технологические рекомендации по заварке трещин в блоках цилиндров и фундаментных рамах литых конструкций из чугунов пока не разработаны. Отдельные процессы применяют только по согласованию с Речным регистром Республики Беларусь.

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 уменьшение 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 шлифование коренных и шатунных шеек коленчатых валов выполняют на специальных токарных и шлифовальных станках (табл. 3.1): коренных – на станках моделей ХШ-335Н16, ХШ2-07Н2, шатунных – моделей 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, градус	+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 на специальных станках одновременно обрабатывают головки и подшипники 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 их односторонние износы 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 в другом случае после ремонта распределительные валы должны удовлетворять следующим техническим требованиям:

Шероховатость шеек и кулачков Ra , мк	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 в 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 до 350 кПа включительно. 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 (табл. 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 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 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 удовлетворительным только в том случае, если плунжер насоса выдвинут 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 переукмплектовывают 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;
- 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 их шаржируемость в материал деталей.

Большое значение для обеспечения качественных показателей доводки имеют 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 по времени падения давления в нагнетательном трубопроводе на 500 МПа от 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 обеспечивают соответствующей затяжкой пружины. Для этого на специальном стенде несколькими пробными впрыскиваниями топлива воздух удаляют 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 также контролируют 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 (шатуннов) 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 шупами, 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 перспективна и современна 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 разъедание 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 наблюдаются с внутренней стороны, а от воздействия газов и твердых частиц – с наружной.

Наблюдение и контроль за техническим состоянием судовых котлов при эксплуатации судов внутреннего плавания осуществляют по правилам Речного регистра Республики Беларусь 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 восемь 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 требованиями государственного стандарта.

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).

Износы, повреждения и способы ремонта котлов

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

Ремонт путём постановки вставок (заплат) является одним из распространенных и эффективных методов ремонта котлов и теплообменных аппаратов. Такой метод ремонта обычно приме-

няют при постановке вставок в нижних частях коллекторов водотрубных котлов, возле подвижных опор, на жировых трубках и стенках огневых камер огнетрубных котлов, при замене корродированных частей котлов-утилизаторов и т. д.

Согласно правилам Речного регистра Республики Беларусь при ремонте котлов постановка вставок допускается исключительно встык.

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

К дефектам паровых котлов относят коррозионный износ и трещины на дымогарных трубках, 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, топливную аппаратуру и котёл снимают с фундамента, затем краном котёл подают 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, согласно инструкции, в течение не менее 4 ч растопляют 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 испытаниям на плотность подвергают вальцованные соединения трубок с трубной доской, штуцерные и паяные 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, приведенным на чертеже, в формуляре 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 рис. 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.

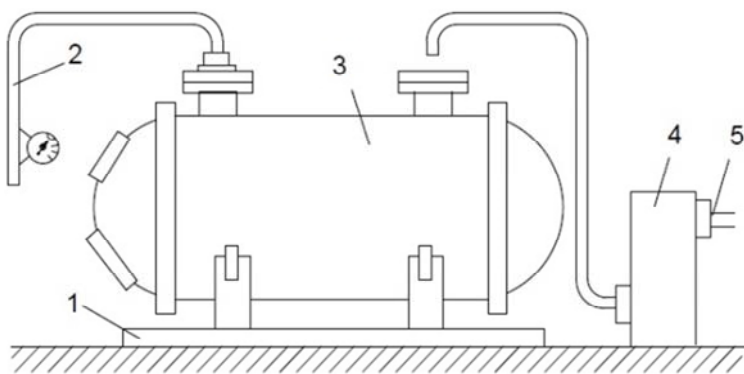


Рис. 4.1. Стенд для гидравлических испытаний аппаратов водой:
1 – установочное приспособление; 2 – труба от насоса высокого давления;
3 – аппарат; 4 – фильтр; 5 – трубопровод

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, в результате коррозионного разъедания имеющие 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 100 × 100 мм. Для уменьшения сварочных напряжений и деформации наплавку выполняют в шахматном порядке. Зону наплавки перед восстановлением рекомендуется 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;
- новые трубки устанавливают на место;
- ставят новые набивки;
- завертывают и обжимают сальниковые втулки;
- проводят гидравлические испытания.

В том случае когда крепление трубок в трубных досках выполнено путём вальцовки, старые трубки вырезают внутренним труборезом (рис. 4.2, 4.3). Гнезда трубных решёток зачищают, вставляют

новые трубки и закрепляют их с помощью вальцовки. Завальцованные выступающие концы трубок разбуртовывают легкими ударами по оправке, вставленной в трубу.



Рис. 4.2. Внутренний труборез



Рис. 4.3. Труборез БОБР (Россия)

Труборез БОБР (см. рис. 4.3) предназначен для качественной механической резки, торцовки и снятия наружной и внутренней фаски труб диаметром от 16 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. Организация 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, вызывающее нарушение взаимодействия сопрягающихся элементов механизма.

Процесс изнашивания 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 в ремонт, группируют по размерам и назначению, сходности технологии ремонта, выполняют их мойку, разбирают, маркируют, вновь промывают и затем дефектуют. Детали, не подлежащие восстановлению и ремонту, бракуют.

В процессе ремонта детали подвергают механической, термической и химико-термической обработке, 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 изнашивания шеек вала и нарушения 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 резинометаллические 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 м длины вала.

Плоскости разъема корпуса при их подгонке на краску должны примыкать одна к другой с плотностью не менее двух пятен на 1 см². 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 центробежных одноступенчатых насосов (вертикальных) должны быть равны между собой. Монтажные зазоры – в пределах $0,1$ – $0,58$ мм, допустимые – $0,85$, предельные – 1 мм.

Допустимый зазор для центробежных насосов приведен в табл. 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	0,05–0,53	0,15–0,85	1,0
Горизонтальный двухступенчатый самовсасывающийся	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 при давлении 0,3 МПа в течение 10 мин, после чего проверяют технические характеристики насосов, развиваемые им давление и подачу.

5.3. Ремонт шестеренного насоса

В процессе эксплуатации у шестеренного 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. Характерной неисправностью гидравлических машин является износ уплотнений, втулок шарнирных соединений и румпельного «яблока».

Неравномерное незначительное истирание 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 его зачистки на наждачной машинке.

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

Манжеты гидравлических уплотнений выполняют из повышенных маслобензостойких материалов.

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 два–три года) подвергают отжигу при температуре 800 °С в течение 4 ч с последующим медленным охлаждением и испытывают под нагрузкой согласно требованиям Речного регистра Республики Беларусь.

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 квадратно-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, которое выполняется с помощью щупа, линейки, индикаторов или стрелок.

В муфтовых соединениях 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 смещение до 0,1 мм, излом 0,1 мм/м;
- для соединений упругими муфтами смещение – 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 демонтажом судовых систем должны быть выполнены следующие работы:

- проверено отсутствие в системах и трубопроводах рабочей среды;
- проведена дезинфекция (в необходимых случаях);
- проведены 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 допускается:

- ремонт труб с антикоррозионными покрытиями при помощи сварки;

- установка в трубопровод с антикоррозионным покрытием элементов из стальных труб без покрытий;
- соединение 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 рис. 6.1.



Рис. 6.1. Последовательность операций при ремонте трубопровода стеклопластиком

Судовые трубопроводы изнашиваются крайне неравномерно: отдельные участки труб могут служить более 15–20 лет, а другие выйдут из строя через 2–3 года. Причем быстрое изнашивание этих участ-

ков обусловлено язвенной коррозией. Поэтому при ремонте после образования сквозных язв трубы покрывают пластмассами, в результате чего прочность по-прежнему будет обеспечивать металл, а герметичность – нанесенное снаружи пластмассовое усиление.

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. Антикоррозионная защита трубопроводов и изоляция

В зависимости от конкретных условий эксплуатации и экономических соображений лучшими могут оказаться 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, шаблонам-макетам и подгонкой по месту. На практике наиболее распространен 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 испытание сжатым воздухом по ОСТ5.5779–72.

Для систем судовых энергетических установок значение пробных давлений для испытаний на прочность принимают по правилам Речного регистра Республики Беларусь.

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 неподвижны, но под воздействием знакопеременного изгиба или кручения периодически взаимно перемещаются. Этот вид коррозии наблюдается между конусами 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 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 «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 вал выгибают в противоположную сторону.

В процессе ремонта гребных винтов часто приходится устанавливать новые облицовки, 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 винты устанавливают биметаллические облицовки, которые изготавливают из обычной углеродистой стали, наплавляя на них слой бронзы или нержавеющей стали.

На участках гребных винтов, расположенных 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 грузом, подвешенным на ее конце.

Пробивку оси с помощью стального стеклина можно осуществлять для валопроводов длиной не более 15 м, причем 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 (рис. 7.1), конструкция которого позволяет изменять положение прибора при его центрировании по базовым мишеням.

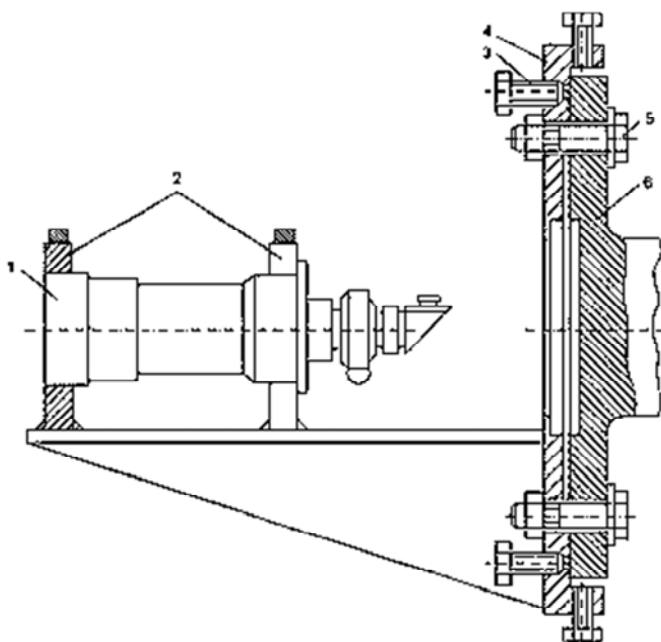


Рис. 7.1. Схема крепления визирной трубы на фланце вала:
 1 – визирная труба; 2 – опоры кронштейна; 3 – регулировочные винты;
 4 – фланец кронштейна; 5 – болты крепления; 6 – вал

Схема крепления визирной трубы на коленчатом валу главного дизеля дана рис. 7.2.

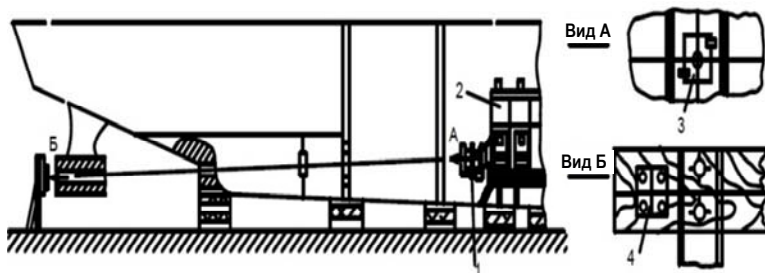


Рис. 7.2. Схема центрирования главного двигателя в корпусе судна:
 1 – кронштейн с визирной трубой; 2 – главный двигатель;
 3 – носовая мишень; 4 – кормовая мишень

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

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

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

При проверке линии валопроводов по стрелам за базу обычно принимают 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 (рис. 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 результаты центрирования валопровода по нагрузкам на подшипники предъявляют ОТК предприятия.

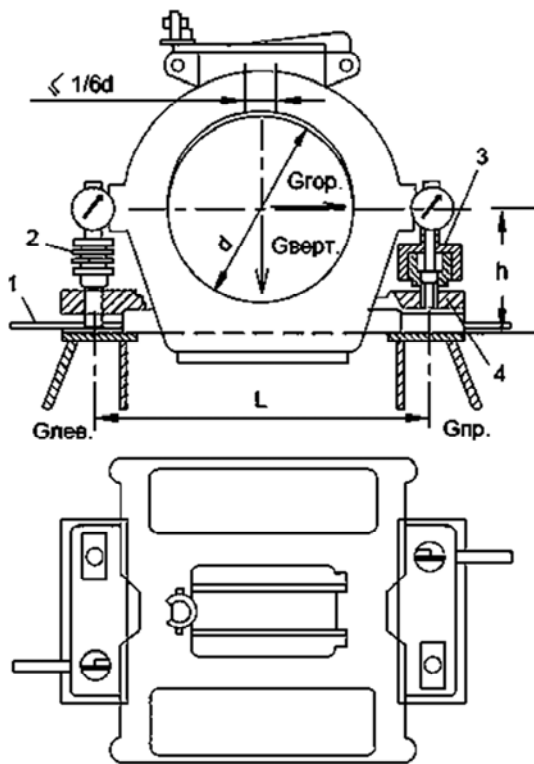


Рис. 7.3. Схема установки динамометра на подшипник:
 1 – ключ-гайка; 2 – динамометр; 3 – пружина; 4 – лапа подшипника

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 возникающие в процессе эксплуатации ударные нагрузки могут вызвать снижение механической прочности и поломки отдельных деталей этих устройств.

Интенсивность изнашивания деталей зависит от особенностей разрабатываемого грунта (плотности, твердости, крупности фракции, окатанности частиц), механических свойств материала деталей и его структуры, качества 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 закольных 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 контактирующие 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. До номинальных размеров и формы лепестков-нож восстанавливают наплавкой качественным электродом с последующим нанесением износостойкого 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 в месте 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 после проточки допускается посадить на шейку под прессом новую втулку-рубашку, выточенную из бронз марок Бр010Ц2Л, Бр05Ц5С5Л, Бр08Ц4Л, БрСуНЗЦЗС20Ф, или наплавить шейку вала, затем проточить ее до требуемого наружного диаметра.

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

ботки 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 лонгкулуара, гасителей пульпы заключается в вырезке изношенных частей, облицовок и вварке 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 негодность шаровых соединений ставят новые или заменяют их арморезиновыми патрубками.

Ремонт шаровых соединений следует выполнять на специализированных предприятиях, оборудование 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 с 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 зачищают 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 и детали заменяют 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 в металлических конструкциях тележки главной сваи, сваенаправляющих ферм и в сварных швах разделяют, засверливают по концам, остатки сварных швов вырубают 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 10–12 мм, приваривая его к палубе и к раме фундамента. При монтаже свайного устройства особое внимание уделяют:

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

Если в процессе эксплуатации дноуглубительного снаряда были случаи схода канатов с барабанов свайных лебедок, при ремонте рекомендуется 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 полотниц;
- параллельность осей подвеса осевым линиям валов верхнего и нижнего барабанов;
- равенство высот полотниц над плоскостью, проходящей между осью 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.) вырубают 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; натёки 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 на полную толщину шва, захватывая зоны провара по кромкам основного металла на глубину не менее 2 мм. 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 износостойкость 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 рабочих органов дноуглубителей 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 поломке 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 вызвана 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 технологический процесс и согласовывают с требованиями Речного регистра Республики Беларусь.

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 вырубают 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 два-три 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 заплывают 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 вырубают 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 требованиями Речного регистра Республики Беларусь.

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 приваривают к ленте только фланговыми (продольными) швами, так как 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 их расточкой 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 стрелой 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 сваркой. Для повышения износостойкости шейки после проточки желательнее накатать роликом (появится поверхностный наклеп и уменьшится шероховатость).

Изношенные цапфы больших осей протачивают, на их шейки в горячем состоянии надевают 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 недопустима.

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, 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 клёпаными 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 зоне 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 неупрочняемые 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 повре-

ждения (трещины) водомётных труб и корпусных конструкций, возникающие вследствие вибрации.

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

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.

Частыми дефектами винтов при эксплуатации являются кавитационные разрушения, гибель 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 и удаление припусков осуществляют 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. Клёпка

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 стрелой прогиба не более 50 мм.

Способы правки небольших бухтин (до 30 мм):

- проколачиванием деревянной киянкой (без нагрева) на переносных алюминиевых правильных плитках размерами 200×200×12 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 стрелой 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 сначала заменяют 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° и варят обратноступенчатым методом, с обратной стороны подрубая 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 закле-

почных соединениях, при этом водонепроницаемость обеспечивают тиоколовая лента или замазка.

Ремонт скуловых наделок и скелетов выполняют путем замены дефектных участков новыми частями на винтах. При ремонте обносов и привального бруса дефектные участки приходится заменять 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 следующие операции:

- снятие декоративных зашивок и изоляции;
- удаление дефектного листа (с помощью плазменной резки или рубки заклепок);
- изготовление нового листа и подгонка его по месту;
- соединение листа с оставшимися частями обшивки и набор сваркой или на заклепках;
- испытание на непроницаемость.

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

Водотечность заклепочных швов вследствие ослабления и корродирования заклепок устраняют подтягиванием заклепок ударами пневмомолотка или заменой их новыми, а также гуммированием соединения герметиком У-30МЭС-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 линолеума 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).

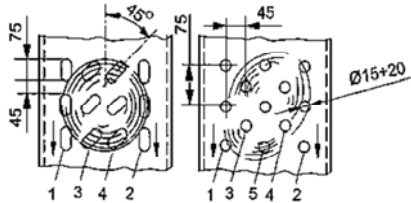
Наиболее прогрессивен способ нанесения покрытий распылителем, однако для получения высокого качества покрытия необходимы тщательная очистка от пыли, а также строгое соблюдение толщины каждого слоя покрытия.

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 сталей, приведены в табл. 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>

Продолжение табл. 9.1

Дефекты	Методы устранения
<p>2. Погнутость концевых кронштейнов (смещение втулки от оси валопровода)</p>  <p>The diagram shows a cross-section of a bent end bracket. A roller is positioned against the bottom edge of the bracket. An arrow labeled 'Направление сварки' (Welding direction) points from right to left. The bracket is divided into four numbered sections (1, 2, 3, 4) from right to left, with wavy lines indicating the deformation in each section.</p>	<p>Для правки бокового смещения нагревают горелкой и домкратами нажимают на тело стакана или оправку, вставленную в стакан. Для правки вертикального смещения применим метод наплавки холостых валков (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>
<p>3. Трещины на деталях крыльевых устройств</p>  <p>The diagram shows a perspective view of a wing device. A crack is visible on the vertical support structure. Below the device, two cylindrical components, likely rollers or spacers, are shown, which are used for repair or adjustment.</p>	<p>Засверловка концов трещин, разделка кромок пневмозубилом или воздушно-дуговой строжкой, заварка 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>Удаление поврежденной части кронштейна и замена ее новой с ориентацией по осевой линии валопровода</p>

Дефекты	Методы устранения
5. Нарушение геометрии и установочных углов крыльев	Проверка установочных углов: по струнам, с помощью теодолита или нивелира, оптическим квадратом; корректировка углов с помощью прокладок во фланцевом соединении крыла с планшетом или правка кронштейнов
6. Аварийные повреждения крыльевых устройств: поломки крыльев и кронштейнов	Замена крыльев с проверкой установочных углов (подготовка фланцев планшетов, установка крыльев в сборе, проверка их положения и установка клиновых прокладок фиксирующих шайб), заливка эпоксидного компаунда

9.5. Ремонт гребных винтов

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

Таблица 9.2

Исправляемые и браковочные дефекты винтов

Наименование дефектов	Размеры дефектов	
	исправляемых	браковочных
Отклонения в геометрии лопасти: по шагу по профилю	Более ± 2 мм До 1,5 мм	Нет Более 1,5 мм
Кавитационные раковины	Глубина более 2 мм (до 2 шт.)	Более 1/2 площади (более 2 шт.)

Наименование дефектов	Размеры дефектов	
	исправляемых	браковочных
Обрыв части лопасти	Только на одной лопасти	Более 1/2 площади
Трещины: по протяженности	Любой протяженности	У корня лопасти более 1/2 ширины
по глубине	Сквозные	У корня лопасти более 1/2 толщины
Прилегание конусного калибра в ступице	Щуп до 0,6 мм	Нет
Увеличение ширины шпоночной канавки	Более допуска H_9	Более 2 мм

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.

Кавитационные раковины и трещины заглавливают 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: греб-

ных и промежуточных винтов, 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 зоне 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 его.

Удаляемый участок обечайки вырезают частями, стараясь сохранить ребра жесткости трубы и полосы усиления. Зачистив вырез по контуру, 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 там, где возможно, приваривают 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 графита и остатков сварных швов, тщательно выпрямляют. По шаблонам с места и чертежам в цехе заготавливают лист водовода, листы диаметального 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 вместе с трубой и яблоком кронштейна устанавливают центрирующее приспособление (рис. 9.1) и заводят лапу кронштейна с заделочным листом. Подгоняют и прихватывают новые детали, а затем их частично сваривают 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, в течение 45 мин нагревая его до 580–620 °С.

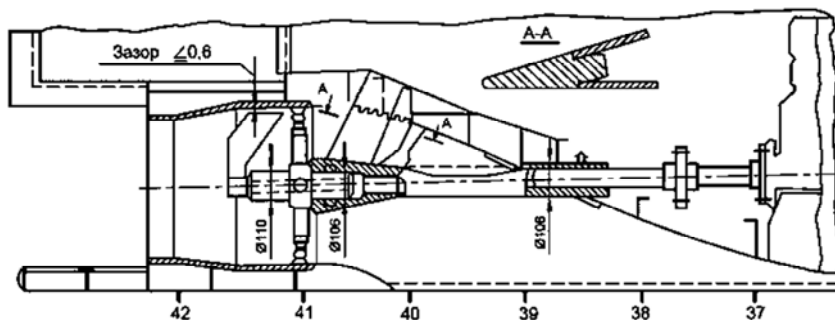


Рис. 9.1. Установка приспособления для центрирования дейдвудной трубы

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. рис. 9.1). Дейдвудную трубу центрируют и на прихватках узел устанавливают к корпусу; сваривают набор между собой и с кронштейном; в клепаном соединении про-сверливают отверстия 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 2 мм выше оси коленчатого вала двигателя на. Центрирование гребного вала и двигателя выполняют с помощью центровочных стрел.

9.7.3. 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 зоне 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;

новый узел водометного комплекса завести под корпус и установить на место;

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 оборудо- вания	Техническая характеристика	Назначение и область применения
1	2	3
1. Шагомеры с самописцем СПК-2У и СПК-3 (рис. 9.2)	Переносные универсальные записывающие. Размеры контролируемых винтов: диаметр до 1000 мм; длина ступицы до 3500 мм; шаг винта 500–1500 мм; число лопастей 3–6. Точность измерений прибора: вертикальные перемещения $\pm 0,25$ мм; радиальные перемещения $\pm 0,15$ мм. Габаритные размеры 840×650×240 мм. Масса 12 кг	Для измерения геометрии гребных винтов при дефектации перед ремонтом. Контроль геометрии после ремонта, разметка лопастей для обработки, проверка оснастки (штампов, шаговых угольников, моделей и др.)
2. Комплекс-шаблон (рис. 9.3)	Переносный специализированный. Количество шаговых угольников комплексе 5. Крепление на ступице винта резьбовое. Центрирование на винте в цилиндрическом гнезде. Размеры контролируемых винтов: диаметр 410–710 мм; шаг винта 0,45–0,85 м.	Контроль геометрии лопастей гребного винта одновременно по пяти стандартным сечениям. Целесообразно применять в сочетании с шагомерами при пооперационном контроле
3. Винтовой съемник (рис. 9.4)	Тип – переносный ручной. 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	Переносный с ручным гидронасосом. 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

Продолжение табл. 9.3

1	2	3
4. Винтогидравлический съемник	Переносный с винтовым ручным гидронасосом. 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	Переносный с винтовым ручным гидронасосом. 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 60 Н	Для посадки гребных винтов на конус вала при шпоночном и гидропрессовом соединениях
8. Агрегат АПВ-2	Универсальный со сменными штампами. Размеры винтов, подвергаемых правке: диаметр до 750 мм; дисковое отношение 1 : 5; число лопастей 3–6; толщина лопастей 15–25 мм. Развиваемое усилие 1000 кН. Максимальные выпрямляемые деформации (стрелы 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
9. Стенд ЭБП-М	Передвижной универсальный. Манипулятор стенда обеспечивает: наклон оси винта 60°; поворот вокруг оси винта 360°; обработку винтов диаметром до 1200 мм. Электроборштанга: электродвигатель мощностью 4,5 кВт	Для разделки трещин и раковин, удаления усиления наплавленных швов, чистовой обработки и полировки поверхностей лопастей гребных винтов, снятия излишнего металла при статической балансировке винтов
10. Сварочный стенд с манипуляторами	Универсальный трехпозиционный. Манипуляторы: для наклона и поворота винтов; вращения кондуктора с винтом вокруг вертикальной оси; вращения кондуктора вокруг горизонтальной оси. Грузоподъемный механизм: стрела консольная поворотная; таль ручная грузоподъемностью 0,5 т	Для сварочных и наплавочных работ при ремонте и изготовлении сварных гребных винтов

Продолжение табл. 9.3

1	2	3
11. Вибростенд БВ-100	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 до 100 кг. Ход подъемной платформы 200 мм	Для статической балансировки гребных винтов при высоких требованиях к наличию дисбаланса. Можно применять взамен станка динамической балансировки
12. Приспособление для развертки отверстий	Переносное универсальное. Размеры развертываемых отверстий: диаметр наибольший 80 мм; конусность 1 : 10; длина 285 мм. Привод от пневматической машины РО-30. Инструмент – конусные развертки с числом зубьев 16	Для развертки отверстий в ступицах гребных винтов и полумуфт вала при подгонке их по конусу вала (взамен шабрения)
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 самоходный. Грузоподъемность агрегата 200 кг. Высота подъема платформы 800 мм. Ход каретки вдоль оси вала 320 мм. 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, 200 кН. 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 яблوك кроштейнов

Продолжение табл. 9.3

1	2	3
17. Приспособление для правки валов на двухтокарных станках (рис. 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
18. Станок для правки валов СПВ-40	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	Для бесцентровой правки валов скоростных и водоизмещающих судов при максимальной стреле прогиба 100 мм
19. Станок для правки валов СПВ-60	Универсальный подвесной. Усилие винтового ручного домкрата 50 кН. Расстояние между крюками-опорами постоянное. Максимальная длина выпрямляемых валов 5800 мм. Максимальная стрела прогиба вала 50 мм	Для бесцентровой правки валов скоростных и водоизмещающих судов
20. Проверочный комплект ВТ-5СПК	<p>Давящего действия. Наибольшие размеры выпрямляемых валов (из стали 2Х13): длина 6600 мм; диаметр 100 мм. Параметры силовых гидроцилиндров: развиваемое усилие 400 кН; ход поршня 229 мм; ход грузового штока 108 мм. Силовой насос гидропривода: рабочее давление 6,3 МПа; приводная мощность 2,8 кВт. Масса станка 7900 кг</p> <p>Давящего действия. Наибольшие размеры выпрямляемого вала: длина 8200 мм; диаметр 180 мм. Масса 1600 кг. Параметры силовых гидроцилиндров: развиваемое усилие 600 кН; ход грузового штока 270 мм. Силовой насос гидропривода: рабочее давление 30 МПа; приводная мощность 2,2 кВт. Масса станка 2550 кг</p> <p>Переносный многоцелевой. Способ крепления на судне цанговыми зажимами, струбцинами. Характеристика визирной трубы: увеличение 25; предел визирования от 2 до 3 м; погрешность измерений – 0,3 мм. Наибольшая масса переносимых узлов 6 кг</p>	Для пробивки оптической осевой линии, нивелировки корпуса, измерения установочных углов крыльевых устройств, центрирования двигателя

1	2	3
21. Проверочная линейка ЛКО-1	Переносная, универсальная. Основные параметры квадранта: цена деления лимба – $1 + 5''$; цена деления шкалы отсчетного микроскопа $1 + 5''$. Масса 2,4 кг	Для определения углов наклона плоскостей крыльев относительно основной линии корпуса или крыльевой линии

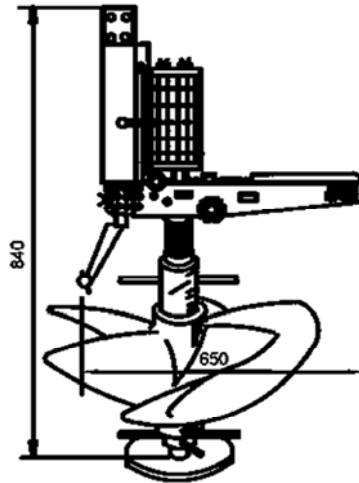


Рис. 9.2. Шагомер

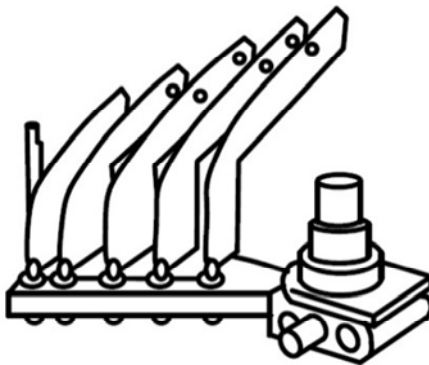


Рис. 9.3. Комплекс-шаблон

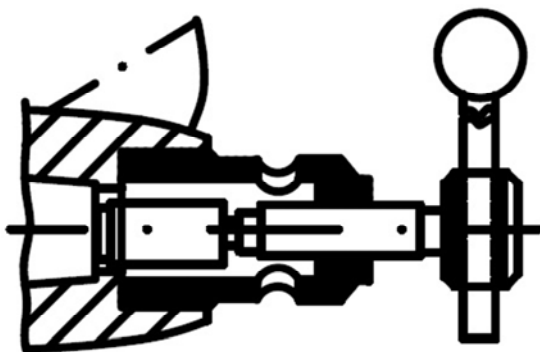


Рис. 9.4. Винтовой съемник

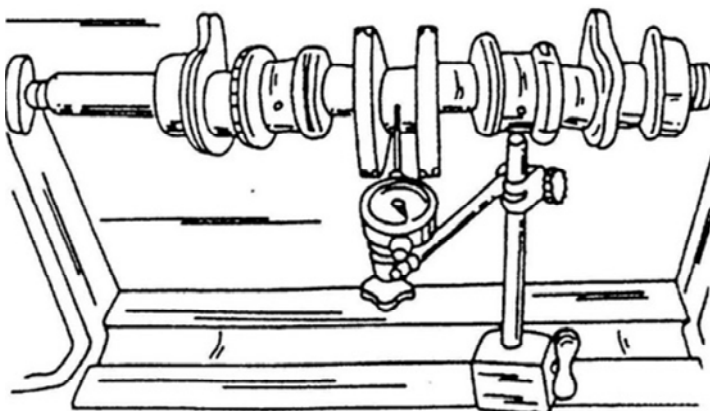


Рис. 9.5. Приспособление для правки валов

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 Республики Беларусь 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 испытуемой 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

Нагревание машины 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 раззединяют 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 закреплении вибрирует только лапа, а крепежный болт остается не-

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

10.1.3. 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 кон-

тактных колец – 0,05 мм. Значение радиального биения определяют при помощи измерительно-рычажных головок или стрелочных индикаторов, закрепляемых в неподвижных приспособлениях.

10.1.4. 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 ремонт.

При *текущем ремонте* проводят внешний осмотр машины, проверяют крепление 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 приемосдаточным испытаниям.

Текущий и средний ремонт 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. Бирками помечают 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%-й 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 осуществляемой стеклянной шкуркой очистке их поверхностей от потемнений и подгараний. 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 щеткодержателей.

Поломанные 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 де-

фекты, 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 их потемнении 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 полностью перематывают. После перематки катушки пропитывают электроизоляционным лаком и сушат, а затем покрывают изоляционной эмалью. Сопротивление изоляции катушек относительно корпуса должно соответствовать требованиям Речного регистра Республики Беларусь.

10.3.1. 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.

10.3.1. 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, крышки бака заливают 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 $0,75\text{--}1\text{ мм}^2$ соединяют пайкой внахлест припоем ПОС-40, многопроволочные жилы с площадью поперечного сечения $0,35\text{--}1,5\text{ мм}^2$ – скруткой проволочек с последующей пайкой припоем ПОС-61. Многопроволочные жилы большего поперечного сечения, как правило, соединяют с помощью медных гильз способом холодной опрессовки. При площади поперечного сечения жил до 10 мм^2 опрессовку осуществляют ручными клещами, а площади $10\text{--}300\text{ мм}^2$ – 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 и непрерывного действия.

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 разборка ответственных элементов или замена блоков не требуется.

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 радио-специалистов 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 Республики Беларусь. 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, на судне должен выполнять судовой радист или член судового экипажа, обслуживающий радиостанцию.

Межнавигационный ремонт аппаратуры выполняют на судоремонтных предприятиях пароходств под контролем специалистов ЭРНК. Особо сложные ремонты осуществляют непосредственно ЭРНК по договору с пароходством. 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 на их выявление затрачивается значительное время.

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 % отказов приходится на долю радиоламп, диодов и транзисторов; примерно 18 % повреждений вызывают резисторы (в основном постоянные, непроволочные), выходя-

щие 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 частоты.

Для измерения напряжений при ремонте радиоаппаратуры также используют 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 М 1101.

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 от 10 до 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 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. Для применения рекомендуются следующие их типы: ЧЗ-36, ЧЗ-24, ЧЗ-31.

Во время ремонта радиоаппаратуры необходимо проверять годность ламп и транзисторов, что облегчает выявление неисправностей.

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 плавания «река–море».

Учебное издание

КАЧАНОВ Игорь Владимирович
ШАТАЛОВ Игорь Михайлович
ЯКИМОВИЧ Александр Максимович

ОБОРУДОВАНИЕ СУДОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебно-методическое пособие для студентов специальности
1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация
водного транспорта»

Редактор *Т. Н. Микулик*
Компьютерная верстка *О. Ю. Селезневой, Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 28.08.2017. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 6,74. Уч.-изд. л. 5,27. Тираж 100. Заказ 803.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.