ОРГРЭС — ЭНЕРГЕТИКАМ

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ АРМАТУРЫ ВЫСОКИХ ПАРАМЕТРОВ

РД 153-34.1-39.603-99



СПО
ОРГРЭС
Москва 2000

gost.e-ecolog.ru

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ АРМАТУРЫ ВЫСОКИХ ПАРАМЕТРОВ

РД 153-34.1-39.603-99

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва 2000

Разработано Открытым акционерным обществом "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС"

Исполнитель *В.Б. КАКУЗИН*

Утверждено Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО "ЕЭС России" 16.12.99

Первый заместитель начальника *А.П. БЕРСЕНЕВ*

© СПО ОРГРЭС, 2000

УДК 621.183(083.96)

РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ
АРМАТУРЫ ВЫСОКИХ ПАРАМЕТРОВ

РД 153-34.1-39.603-99

Вводится в действие
с 01.11.2000

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших элементов, определяющих эксплуатационную надежность и экономичность работы энергетического оборудования, является трубопроводная арматура. Особенно высокие требования предъявляются к арматуре, работающей на энергетических установках высокого давления ($p_р \geq 9{,}8$ МПа, $t \geq 540$°С). Опыт эксплуатации энергооборудования показывает, что большое количество отказов арматуры вызывается низким качеством ее эксплуатации и ремонта. На многих ТЭС отсутствуют не только технологические карты ремонта арматуры, но и чертежи общих видов. Ремонтный персонал ТЭС не имеет данных о материалах, из которых изготовлены подлежащие ремонту детали.

В настоящем Руководстве рассматриваются вопросы ремонта арматуры на параметры:

ПАР		ВОДА	
Давление $p_р$, МПа (кгс/см^2)	Температура t, °С	Давление $p_р$, МПа (кгс/см^2)	Температура t, °С
9,8 (100)	540 (510)	18,1 (185)	215
13,7 (140)	560	23,5 (240)	250
25,0 (255)	545	37,3 (380)	280

В Руководстве приведены рекомендации по организации ремонта арматуры, технологические указания по восстановлению деталей, материалы, из которых должны изготавливаться детали арматуры, их прочностные характеристики и режимы механического, термического и химико-термического упрочнения.

С выходом настоящего Руководства утрачивает силу "Руководство по ремонту пароводяной арматуры (фланцевой) на параметры пара: $p_р = 140$ кгс/см^2, $T_р = 570$°С; $p_р = 100$ кгс/см^2, $T_р = 540$°С; $p_р = 100$ кгс/см^2, $T_р = 510$°С" (М.: СПО ОРГРЭС, 1976).

1. МАТЕРИАЛЫ ДЕТАЛЕЙ АРМАТУРЫ

Детали арматуры по условиям работы можно объединить в следующие основные группы:

корпусные: корпус и крышка;

шток (шпиндель);

детали затвора и регулирующего органа: тарелка, золотник (плунжер, шибер) и седло;

крепежные изделия: шпильки, гайки;

резьбовые пары;

сальниковые уплотнения.

Различные условия работы обуславливают предъявление различных требований к различным группам деталей. Наиболее высоки требования к деталям затворов и регулирующих органов, эксплуатационная надежность которых решающим образом определяет качество регулирования.

Условия работы деталей затворов зависят главным образом от температуры, давления, скорости потока и состава регулируемой среды, конструктивного исполнения и места установки арматуры в схеме энергоблока.

В пусковой период работы энергоустановок уплотнительные поверхности деталей затворов подвергаются воздействию грата, шлака, окалины и других твердых частиц, несущихся вместе с потоком среды. При нестационарных режимах ра-

боты во время пусков и остановов теплосилового оборудования элементы затворов испытывают отрицательно действующие периодические перепады температуры (теплосмены), достигающие 250 – 350°С. Одной из причин преждевременного выхода из строя регулирующих или запорно-регулирующих органов является эрозионное повреждение элементов проточной части. Характер и интенсивность износа зависят от перепада давлений на регулирующих органах, геометрии проточной части и эрозионной стойкости материала деталей, испытывающих кавитационное воздействие потока среды.

Для регулирующей арматуры игольчатого типа характерен износ в виде щелевой эрозии плунжера и седла, для шиберной — в виде эрозии и задирания поверхности шибера и седла, для поворотной — в виде щелевой и ударной эрозии золотников. Опыт эксплуатации показал, что арматура, работающая на перегретом паре, меньше подвергается эрозии, чем арматура, работающая на воде или влажном паре. Степень эрозионного износа деталей проточной части тем больше, чем выше перепады давлений.

1.1. Корпусные детали (корпус, крышка)

Наиболее нагруженные и ответственные детали арматуры, образующие полость, внутри которой протекает транспортируемая среда, воспринимают значительные напряжения от внутреннего давления среды, теплосмен, компенсационных усилий со стороны трубопроводов (растяжения, сжатия, кручения), т.е. работают в условиях сложного напряженного состояния. Поэтому материал корпуса и крышки должен обладать достаточной жаропрочностью, высоким сопротивлением теплосменам, однородностью структуры по всему объему и ее устойчивостью в заданном диапазоне рабочих температур, требуемым уровнем механических и технологических характеристик. Материал корпусных деталей, которые подлежат соединению с трубопроводом, должен обла-

дать хорошей свариваемостью. Его состав и свойства должны соответствовать стали сопряженных трубопроводов. Материал не должен быть склонен к межкристаллитной коррозии (МКК) при длительном воздействии транспортируемой среды.

Исходными данными при выборе материалов для корпусов являются параметры среды. По соответствующим стандартам в зависимости от температуры определяется тип стали и границы ее использования. Область применения сталей отечественных марок регламентируется ГОСТ 356-80 [1].

Выбор материалов для изготовления корпусных деталей производится заводами-изготовителями исходя из параметров среды, при которых они будут эксплуатироваться. При этом учитываются не только прочностные характеристики материалов в исходном состоянии, но и их изменение в процессе длительной эксплуатации при рабочих температурах.

Для ремонтного персонала информация о свойствах материалов, из которых изготовлены корпусные детали, определяет выбор марок электродов, применяемых для приварки арматуры к трубопроводу или устранения возможных дефектов.

Длительное время для изготовления корпусов арматуры с условным проходом до 100 мм заводы-изготовители применяли стальные поковки, а начиная со 100 мм — стальное литье. В последние годы использование стального литья для изготовления корпусов арматуры сократилось. Чеховский завод "Энергомаш" (ЧЗЭМ) для изготовления водяной арматуры с условным проходом до 225 и паровой до 200 мм применяет штампосварные и кованые корпуса.

Прочностные характеристики материалов, применяемых ЧЗЭМ для изготовления корпусных деталей, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Прочностные характеристики материалов, применяемых для изготовления корпусов арматуры

Марка стали	Предельная температура, °С	Предел текучести, σ_{02}, кгс/мм² (МПа)	Временное сопротивление разрыву, $\sigma_в$, кгс/мм² (МПа)	Ударная вязкость $a_к$ (*KCU*), кгс · м/см² (Дж/см²)	Твердость, НВ
25 Л	≤425	≥24 (235)	≥45 (441)	≥4 (39,2)	124–151
20ГСЛ	≤450	≥30 (294)	≥55 (539)	≥3 (29,4)	–
20ХМФЛ	≤540	≥32 (314)	≥50 (490)	≥3 (29,4)	159–223
15Х1М1ФЛ	≤570	≥32 (314)	≥50 (490)	≥3 (29,4)	159–223
20	≤425	≥25 (245)	≥42 (412)	–	–
15ГС	≤450	≥30 (294)	≥50 (490)	≥6 (58,8)	–
15Х1М1Ф	≤570	≥32 (314)	≥50 (490)	≥5 (49)	–

1.2. Штоки (шпиндели)

Шток (шпиндель) работает в условиях постоянного или периодического трения при высоких тепломеханических нагрузках, подвергается различного рода напряжениям сжатия, изгиба, кручения, находится в контакте с сальниковой набивкой и резьбовой втулкой ходового узла. Для штоков должна выбираться сталь, имеющая высокое сопротивление релаксации, стабильные механические свойства, достаточную жаростойкость, высокую коррозионно-эрозионную стойкость. Кроме того, во время перемещения штока его цилиндрическая поверхность не должна задираться при удельной нагрузке до 4 кгс/мм². Для исключения электролитической коррозии штока (шпинделя) в зоне сальниковой камеры необходимо выбирать такое сочетание материалов штока и крышки (в которой находится сальник), которое обеспечивало бы минимальную разность потенциалов. Экспериментально установлено, что при разности их потенциалов от 30 до 40 мВ и сопротивлении набивки от 200 до 400 Ом электролитическая коррозия не возникает.

Материалы, применяемые для изготовления штоков (шпинделей) арматуры различного функционального назначения, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Прочностные характеристики материалов, применяемых для изготовления штоков (шпинделей)

Арматура	Рабочая среда	Материал (сталь), ГОСТ, защитное покрытие	Прочностные характеристики		
			Предел текучести, $\sigma_{0,2}$ кгс/мм² (МПа)	Временное сопротивление на разрыв $\sigma_в$, кгс/мм² (МПа)	Ударная вязкость $\alpha_к$ (*KCU*), кгс · м/см² (Дж/см²)
Вентили	Вода	30Х13, ГОСТ 5632-72 [12]	≥70 (686)	≥90 (882)	≥5 (49,0)
	Пар	25Х1МФА, ГОСТ 20074-83 [22], химическое никелирование	≥68 (667)	≥83 (814)	≥6 (58,8)
Задвижки	Вода	38Х2МЮА, ГОСТ 4543-71 [10], антикоррозионное азотирование	≥85 (883)	≥100 (980)	≥9 (88,2)
	Пар	25Х2М1ФА, ГОСТ 20072-74 [21]	≥ 68 (667)	≥ 83 (814)	≥6 (58,8)
Регулирующие клапаны	Вода, пар	38Х2МЮА, ГОСТ 4543-71 [10], антикоррозионное азотирование	≥ 85 (883)	≥ 100 (728)	≥9 (88,2)
		14Х17Н2, ГОСТ 5632-72 [12]	≥ 85 (883)	≥ 110 (1078)	≥5 (49,0)
		Х35БТ, ТУ 14.1.1.272-72	≥ 50 (490)	≥ 75 (728)	≥6 (58,8)
		21Х14М2БФ, ТУ 14.1.4621-88	≥ 87,5 (858)	≥ 105 (1029)	–
		25Х2М1Ф, ГОСТ 20072-74 [21]	≥ 68 (667)	≥ 83	≥6 (58,8)

Опыт эксплуатации показал, что получившие наибольшее распространение для изготовления штоков (шпинделей) стали 25Х2М1Ф и 38Х2МЮА имеют низкую коррозионную стойкость. Сталь 38Х2МЮА характеризуется коррозионной стойкостью 4-5 баллов по десятибалльной шкале, что соответствует уносу материала 0,06 мм/год на рабочих режимах, сталь 25Х2М1Ф характеризуется коррозионной стойкостью 6 – 7 баллов, что соответствует уносу материала 0,42 мм/год. В связи с этим на многих ТЭС при ремонтах арматуры штоки (шпиндели) из указанных выше марок стали заменяются штоками, изготовленными из жаропрочных титановых сплавов, характеризующихся коррозионной стойкостью 1 балл, что соответствует уносу материала менее 0,01 мм/год. Титановые сплавы имеют высокие прочностные характеристики. Так, сплав ВТ9 имеет временное сопротивление разрыву $\sigma_в$, равное 110 кгс/мм^2, предел текучести $\sigma_{0,2}$ равен 98 кгс/мм^2. Опыт эксплуатации штоков из титановых сплавов показывает, что они практически не подвергаются коррозии в зоне контакта с сальниковой набивкой.

1.3. Детали затвора (тарелки, седла) и регулирующего органа

Детали затвора и регулирующего органа — наиболее ответственные узлы арматуры, определяющие ее эксплуатационную надежность. Исходя из условий работы арматуры ТЭС материалы уплотнительных поверхностей деталей затворов должны удовлетворять следующим основным требованиям:

быть стойкими против эрозионного разрушения в условиях щелевого и ударного воздействия потока среды и иметь эрозионную стойкость не ниже аустенитной стали 12Х18Н10Т;

обладать высокой стойкостью против задирания поверхности контакта при возникновении в рабочих условиях удельных нагрузок в пределах 60 – 150 МПа, определяемых выбранными материалами, типоразмерами и конструктивными особенностями арматуры;

иметь твердость уплотнительной поверхности 38-48 HRC при температуре 20°С и 35-45 HRC при рабочих температурах;

обладать минимальным коэффициентом трения между уплотнительными элементами;

быть стойкими против общей коррозии в рабочих условиях на уровне стали 12Х18Н10Т;

обладать стойкостью против межкристаллитной коррозии;

иметь высокую стойкость против "схватывания" при закрытом положении затвора в рабочих условиях;

сохранять структурную стабильность в процессе длительной выдержки (не менее 10000 ч) при рабочих температурах;

иметь хорошие технологические свойства при механической обработке и шероховатость уплотнительной поверхности не ниже $R_a = 0{,}16$ мкм.

В основе выбора должны лежать возможности максимального использования тех свойств материалов, которые для затворов данной конструкции арматуры и конкретных условий их работы являются наиболее важными. Одновременно необходимо учитывать экономические и технологические показатели применяемых материалов и способы изготовления уплотнительных элементов.

В настоящее время основной способ изготовления уплотнительных поверхностей деталей затвора — наплавка твердыми сплавами.

В зависимости от условий работы арматуры (в запорной — стойкость против образования задиров и схватывания между уплотнительными парами; в регулирующей — стойкость против ударной и щелевой эрозии, в предохранительной — теплосмены и т.п.) применяются следующие марки электродов: ЦН-6 (в модификациях ЦН-6М и ЦН-6Л) типа ЭН-0Х17Н7С5Г2-30, ЦН-12 (в модификации ЦН-12М) типа ЭН-1Х16Н8М6С5Г4 и ЦН-2 типа ЭН-У18К62Х30В5С2-40 по ГОСТ 10051-75 [17].

За рубежом для наплавки уплотнительных поверхностей применяются в основном стеллиты, содержащие до 60%

кобальта. Отечественными аналогами кобальтовых стеллитов являются электроды ЦН-2 (ГОСТ 10051-75 [17]) — при наплавке с помощью электросварки и сплав ПР-ВЗК (ГОСТ 21449-75 [25]) — при газовой наплавке.

С развитием способа плазменно-дуговой наплавки ЧЗЭМ для наплавки уплотнительных поверхностей седел и тарелок запорных задвижек начал применять в виде гранулированных порошков сплавы на основе никеля, легированные кремнием и бором, ПГ-ХН80СР2 и ХН80СР3 (ГОСТ-21448-75 [24]). Химический состав и твердость уплотнительных поверхностей деталей затвора, наплавленных указанными выше материалами, приведены в табл. 3.

Из наплавочных износостойких материалов наибольшее распространение при производстве и ремонте арматуры получили электроды ЦН-6Л. Получаемый при наплавке этими электродами сплав 0Х17Н8С6Г технологичен, имеет малую склонность к растрескиванию в процессе наплавки и при резких изменениях температуры в процессе эксплуатации, при температуре около 500 и выше 600°С термически упрочняется с повышением твердости выше нормируемого предела. Это свойство наплавленного металла положительно влияет на его противозадирную стойкость при сухом трении.

При наплавке уплотнительных поверхностей электродами ЦН-12М получается сплав 13Х16Н8М6С5Г4Б. Наплавка этими электродами производится с предварительным и сопутствующим подогревом до 500°С. Сразу после наплавки производится отпуск в течение 1 ч (при температуре 700—900°С — для перлитных сталей и 800—900°С — для аустенитных) с последующим замедленным охлаждением. Наплавленный металл обладает высокой твердостью при рабочих температурах, устойчив против общей и межкристаллитной коррозии применительно к условиям работы пароводяной арматуры. Однако электроды ЦН-12М менее технологичны, чем ЦН-6Л, наплавленный ими сплав имеет склонность к растрескиванию и пониженную термостойкость.

Таблица 3

Материалы уплотнительных поверхностей арматуры

Марка сплава	Содержание элементов, %										Твердость HRC	Предельная температура среды, °С
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Co	Fe	W	B		
ЦН-6Л	0,05–0,12	4,8–6,4	1,0–2,0	15,0–18,0	7,0–9,0	–	–	Основа	–	–	28–37	540
ЦН-12	0,08–0,18	3,8–5,2	3,0–5,0	14,0–19,0	6,5–10,5	0,5–1,2	–	Основа	–	–	38–50	600
ЦН-2	1,6–2,2	1,5–2,6	–	26,0–32,0	–	–	59–65		4,0–5,0	–	40–50	600
ПГ-СР2	0,2–0,5	2,0–3,0	–	12,0–15,0	Основа	–	–	≤ 5	–	1,5–2,1	38–43	600
ПГ-СР3	0,4–0,7	2,5–3,5	–	26,0–32,0	Основа	–	–	≤ 5	–	2,0–2,8	47–52	600
ПР-В3К	1,0–1,3	2,0–2,7	–	28,0–32,0	0,5-2,0	–	Основа	≤ 2	4,0-5,0	–	≥40	585

Коррозионная и эрозионная стойкость относительно стали 12Х18Н10Т уплотнительной поверхности, наплавленной электродами ЦН-6Л, равна 0,9; электродами ЦН-12 — 1,01; электродами ЦН-2 — 1,44; порошком ХН80СР3 — 4,5.

В условиях периодических теплосмен (нестационарный режим работы) образование трещин на уплотнительных поверхностях, наплавленных электродами ЦН-12М,— происходит через 25 теплосмен, электродами ЦН-2 — через 750, электродами ЦН-6Л — через 1000, сплавом ХН80СР3 — через 1250 теплосмен. Трещины образуются преимущественно в *зоне сплавления, переходя в наплавленный металл.*

Для устранения явления коробления уплотнительных поверхностей в процессе эксплуатации необходимо, чтобы коэффициенты линейного расширения наплавленного слоя и основного металла были близкими по значению. Для этого при наплавке углеродистых и перлитных сталей необходимо наплавить подслой аустенитными электродами ЦТ-1 или ЭА-395/9.

При изыскании и выборе материалов для уплотнительных поверхностей затворов, штоков и других элементов арматуры, работающих в условиях скоростного потока среды, необходимо пользоваться экспериментальными данными по их относительной эрозионной стойкости.

Коэффициент эрозионной стойкости K_h определяется как отношение усредненных значений глубины эрозионного износа образцов из исследуемых материалов и эталонных образцов из стали 12Х18Н10Т, уровень эрозионной стойкости которой в отечественном энергетическом арматуростроении принят за единицу.

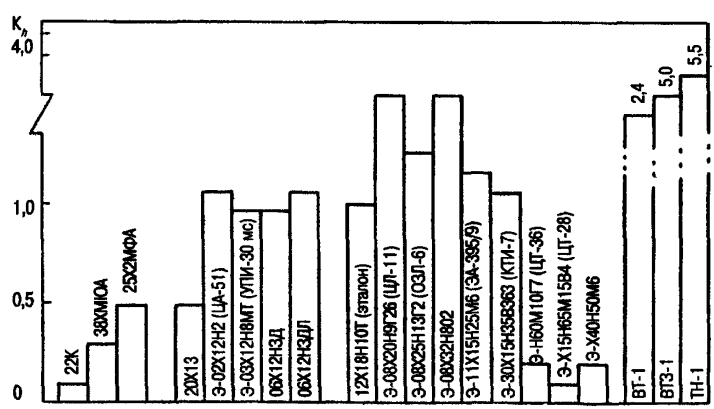
Рекомендуемые значения относительной эрозионной стойкости материалов в зависимости от скорости воды при непрерывном ударном действии потока и твердости материала приводятся ниже:

Скорость воды, м/с	30 — 50	50 — 100	Более 100
Эрозионная стойкость K_h	0,25	0,50	0,75
Твердость НВ, более	250	250	300

Так как одной из основных причин эрозионного разрушения проточной части арматуры является кавитационное воздействие потока среды, каждый регулирующий орган должен проверяться на возможность возникновения кавитации в процессе дросселирования в нем рабочей среды. Однако при этом K_c как критерий кавитации не зависит от свойства материалов элементов проточной части. Поэтому наряду с перепадом давлений, при котором возникает кавитация, $\Delta p_{кав}$, определяемым по коэффициенту начала кавитации, важное значение приобретает перепад давлений $\Delta p_{эр}$, при превышении которого возможен эрозионный износ материалов проточной части. Значение $\Delta p_{эр}$ (МПа) рекомендуется оценивать по эмпирической формуле

$$\Delta p_{эр} = 4{,}0\ K_h.$$

Значения K_h для некоторых сталей и наплавочных сплавов, применяемых для изготовления деталей проточной части дроссельно-регулирующей арматуры, приведены в табл. 4 и на рисунке.



Значения K_h электродуговых наплавок, сталей и титановых сплавов

Таблица 4

Данные для оценки эрозионной стойкости материалов деталей проточной части регулирующих органов

Деталь проточной части	Материал, ГОСТ	Коэффициент эрозионной стойкости K_h относительно стали 12Х18Н10Т	Перепад давлений $\Delta p_{эр}$, МПа
Корпус, патрубки, седло, шибер	Сталь 25, ГОСТ 1050-88 [3]	0,0055	0,022
	Сталь 25Л, ГОСТ 977-88 [2]	0,0055	0,022
	Сталь 20, ГОСТ 1050-88 [3]	0,0056	0,022
Шток, плунжер (золотник), седло	Сталь 30Х13, ГОСТ 5949-75 [13]	0,258	1,0
Шток	Сталь 14Х17Н2, ГОСТ 5949-75 [13]	0,74	2,95
Уплотнительные поверхности седла и плунжера (шибера)	Сплав на основе никеля ХН80СР2	0,83	3,32
	Сплав на основе железа ЦН-6	0,90	3,6
Корпус, патрубки, шток, плунжер (шибер), седло, защитные рубашки	Сталь 12Х18Н10Т, ГОСТ 5949-75 [13]	1,0	4,0
Уплотнительные и контактные поверхности затвора, плунжер	Сплав на основе железа ЦН-12	1,12	4,5
	Сплав на основе кобальта ЦН-2	1,44	5,75
Корпус, патрубки, шток	Сплав на основе титана ТВ-1	2,44	9,75

Основываясь на известных значениях K_h для каждого материала, а также допустимых перепадах давлений, необходимо оценивать пригодность этих материалов для конкретных условий.

Значение $\Delta p_{эр}$ должно определяться по материалу детали проточной части, имеющему минимальный коэффициент эрозионной стойкости K_h. Такой подход позволяет экономически обоснованно подбирать материалы деталей затворов. При низких значениях $\Delta p_{эр}$ поверхности деталей подлежат защите. Это касается прежде всего корпусов водяной арматуры, изготовленных из углеродистой стали 25. Участки проточной части за сужением в затворе всех без исключения регулирующих органов с корпусами, изготовленными из материалов с пониженной эрозионной стойкостью, подлежат упрочнению путем нанесения эрозионно-стойких наплавок (например, электродами ЭА-395/9), установки защитных рубашек и т.д. В арматуре, допускающей работу при противоположных направлениях течения среды, должна быть предусмотрена защита всей проточной части.

Выбор регулирующих органов для конкретных условий работы с учетом кавитационных характеристик и эрозионных свойств материалов деталей проточной части позволяет существенно повысить надежность и увеличить срок службы энергетической арматуры ТЭС.

1.4. Крепежные изделия

Крепеж должен обеспечить высокую плотность прилегания уплотнительных плоскостей фланцевых соединений. Контактное давление во фланцевом соединении ориентировочно должно быть в 3 раза выше давления среды. Болты и шпильки подвергаются действию высоких растягивающих и изгибающих напряжений. Резьба болта, шпильки и гайки работает на срез. Температура болтов, шпилек и гаек может достигать 400°С.

Рекомендации по выбору материала крепежа в зависимости от температуры и условного давления приведены в табл. 5. Механические свойства материалов болтов и шпилек выбираются с учетом обеспечения необходимого контактного давления во фланцевом соединении. Обязательным требованием является близость значений коэффициентов линейного расширения материалов фланца и крепежа.

Гайки следует изготавливать из материала того же класса, что и шпильки (болты). Твердость гаек должна быть ниже твердости шпилек не менее чем на 12 ед. по Бринеллю. Материал крепежа должен обладать высокой сопротивляемостью к хрупким разрушениям и малой чувствительностью к концентраторам напряжений. При применении крепежа из нержавеющих хромистых и хромоникелевых аустенитных сталей необходимо учитывать склонность этих материалов к задиранию в резьбовых соединениях.

Таблица 5

Материалы крепежных изделий

Марка стали	ГОСТ	Предельные параметры		Назначение
		Температура t, °С	Условное давление, МПа	
20	1050-88 [3]	400	4–10	Гайки
30; 40; 50	10702-78 [18]	425		Шпильки
35Х; 40Х			4–20	Гайки
				Шпильки
30ХМА; 35ХМ	4543-71 [10]			Гайки
		450	Не ограничено	Шпильки
		510		Гайки
20Х13	18968-73 [20]	450		Шпильки
		510		Гайки
25Х1МФ	20072-74 [21]			Шпильки
		540		Гайки
25Х2М1Ф	20072-74 [21]	535		Шпильки
		565		Гайки
15Х11МФ 20Х12ВМБФР	18968-73 [20]	560		Шпильки
				Гайки
				Шпильки
20Х1М1Ф1ТР (ЭП182)	20072-74 [21]	580		Гайки, шпильки

1.5. Резьбовые пары

Для изготовления резьбовых втулок винтовых ходовых узлов арматуры, преобразующих вращательное движение привода в поступательное перемещение штока, на отечественных арматурных заводах применяются марганцовистые и алюминиевые бронзы марок Бр АЖМц 10-3-1,5 и Бр АЖ 9-4. Опыт эксплуатации показывает, что из-за низких прочностных характеристик указанных бронз происходит интенсивный износ резьбы, приводящий к появлению больших люфтов в цепи управления регулирующими клапанами. В связи с этим заслуживает внимания применение для изготовления резьбовых втулок оловянистых бронз марок Бр ОФ10-1 и Бр ОФ7-0,02. Как показали исследования, при сухом трении долговечность пары шпиндель — резьбовая втулка при применении втулки из Бр ОФ7-0,02 в 5 раз выше, чем при применении для этой цели Бр АЖМц 10-3-1,5.

1.6. Сальниковые уплотнения

До 1994 г. на большинстве ТЭС в сальниковых уплотнениях арматуры применялись набивки, изготовленные на базе асбеста по ГОСТ 5152-84 [5]. Наибольшее распространение на ТЭС имели сальниковые набивки марок АГ, АГИ и АС, изготавливающиеся в виде плетеного шнура квадратного сечения. Набивки марок АГ и АГИ допускают применение в арматуре, работающей на рабочей среде с давлением до 35 МПа и температурой до 565°С, набивка АС допускает применение в арматуре, через которую протекает среда с давлением 4,5 МПа и температурой до 400°С. Кроме того, для уплотнения штоков арматуры применяются прессованные кольца марки АГ-50, содержащие 50% графита, 45% асбеста и 5% алюминиевой пудры. В связи с тем, что обеспечение ТЭС набивкой осуществлялось неудовлетворительно на многих электростанциях, набивка АС использовалась для уплотнения арматуры, работающей на перегретом паре с температурой 550°С. При такой температуре происходит выгорание

хлопковых составляющих набивки, вследствие чего уплотнение теряет герметичность. Набивочные кольца марки АГ-50 имеют хорошие уплотняющие свойства, но мало технологичны: при хранении, транспортировке и монтаже кольца ломаются, в процессе длительной эксплуатации происходит их спекание, что при последующих ремонтах требует больших трудозатрат для их удаления.

За рубежом уже давно отказались от уплотнения арматуры с помощью асбестосодержащих набивок: во-первых, из-за низких уплотняющих свойств и большого коэффициента трения, а главное, из-за канцерогенных свойств. На смену им пришли сальниковые уплотнения из терморасширенного графита и фторопласта, практически полностью заменившие асбестосодержащие изделия на тепловых и атомных электростанциях. Набивки из терморасширенного графита сочетают в себе свойства природного графита с упругостью и пластичностью, приобретаемыми в процессе специальной химической и термической обработки. Терморасширенный графит не стареет, не затвердевает, не изменяется в процессе длительной эксплуатации. Он особенно эффективен при высокой температуре и давлении. Перечисленные выше свойства обеспечивают существенные преимущества сальниковых уплотнений с кольцами из терморасширенного графита по сравнению с набивками из асбестосодержащих материалов:

сохранение упругости при любых условиях эксплуатации;

возможность работы при высоких значениях температуры и давления (40 МПа и 560°С);

высокая износостойкость;

количество циклов на отказ не менее 10000;

отсутствие необходимости дополнительной подтяжки уплотнения в процессе эксплуатации;

минимальный износ штока;

допустимое многократное повторное использование колец при разборке и сборке арматуры;

практическое отсутствие коррозии штоков;

отсутствие необходимости разборки арматуры для установки колец, допустимость разрезки колец на две части без потери эксплуатационных характеристик.

Практически аналогичными свойствами обладают кольца, изготовленные из гидрофобного графита. В связи с низким коэффициентом трения применение уплотнений из этого материала особенно эффективно в регулирующей арматуре.

В табл. 6 приведены технические характеристики уплотнительных колец, поставляемых различными фирмами.

Длительная эксплуатация арматуры с уплотнениями из терморасширенного и гидрофобного графита на большом количестве ТЭС показала **высокие эксплуатационные качества этих уплотнений**.

В настоящее время ЧЗЭМ провел реконструкцию всей выпускаемой арматуры под применение сальниковых колец из терморасширенного графита. В руководствах по эксплуатации отдельных видов арматуры завод приводит значения усилия затяжки сальниковых уплотнений, обеспечивающих их герметичность.

Для возможности применения сальниковых колец в установленной на ТЭЦ арматуре старых выпусков необходимо торцы грундбуксы и кольца сальника выполнить плоскими без скосов под 15°. Зазоры между штоком (шпинделем) и сопрягаемыми с ним кольцом сальника и грундбуксой не должны превышать 0,02 S, где S — ширина сальниковой камеры. Чистота поверхности штока в зоне контакта с сальниковой набивкой должна быть не хуже 0,16.

Для обеспечения герметичности сальникового уплотнения в сальниковую камеру достаточно уложить 4-5 уплотнительных колец. В этом случае высота уплотнительного комплекта меньше глубины сальниковой камеры, поэтому для возможности набивки сальникового уплотнения в сальниковую камеру под набивку следует установить промежуточную втулку из стали 30Х13, высота которой зависит от глубины сальниковой камеры.

Таблица 6

Перечень предприятий, поставляющих уплотнительные кольца из терморасширенного и гидрофобного графита и углеродного волокна

Организация, предприятие	Почтовый адрес, телефон	Технические условия на поставку		Краткая характеристика уплотнительных колец			
		Обозначение	Наименование	Плотность, г/см^3	Зольность, %	$T_{раб}$ °С	$p_{раб}$ МПа
АОЗТ «УНИХИМТЭК»	117607, Москва, Мичуринский просп., д. 31, корп. 5; тел. 932-68-05	ТУ 5728-002-13267785-95	Уплотнительные сальниковые кольца КГФ из графитового материала «Графлекс»	1,4–1,5	До 0,5	До 560	До 50
		ТУ 5728-008-13267785-96	Комплект уплотнительных колец для поршня ГПК ИПУ	1,4–1,5	До 0,5	До 560	До 25,5
		ТУ 5728-004-13267785-96	Комплект сальниковых колец для уплотнения корпуса с плавающей крышкой	1,6–1,8	До 0,5	До 560	До 50
		ТУ 5728-008-13267785-97	Уплотнительные сальниковые кольца КГФ армированные из графитового материала «Графлекс»	1,4–1,5	До 0,5	До 560	До 50
		ТУ 5728-009-13267785-97	Комплект уплотнительных сальниковых колец из графитового материала «Графлекс»	–	–	До 560	До 50
АО «Траст»	109280, Москва, Автозаводская ул., д. 14/23; тел. 275-40-32	ТУ ВТИ 33.13-92	Уплотнительные графитовые гидрофобные кольца	1,9–2,0	До 7	До 570	До 40

Окончание таблицы 6

Организация, предприятие	Почтовый адрес, телефон	Технические условия на поставку		Краткая характеристика уплотнительных колец			
		Обозначение	Наименование	Плотность, г/см^3	Зольность, %	$T_{раб}$ °С	$p_{раб}$ МПа
		ТУ ВТИ 39.14-96	Сальниковые комбинированные уплотнения	1,9–2,0	До 7	До 570	До 40
АО «ЧЗЭМ» (ООО «ЭНМАШ»)	142300, г. Чехов Московской обл.; тел. (096) 2-95-43	ТУ 57-011-150-15348-96	Уплотнительные кольца из терморасширенного графита	1,4–1,8	До 0,5	До 560	До 40
ПКФ «Зенир»	150003, г. Ярославль, ГСП, ул. Советская, д. 69; тел. (0852) 25-16-45	ТУ 2531-002-33448017-97	Кольца из терморасширенного графита	1,2–2,0	До 0,5	До 560	До 40
		ТУ 2534-003-33448017-97	Армированный прокладочный материал «Грифарм»			До 500	До 12
АОЗТ «Фирма Союз-1»	117312, Москва, ул. Вавилова, д. 13; тел. (095) 135-54-31; 132-93-45	ТУ 38.314-25-3-91	Пакеты графитовых уплотнительных колец	1,3–1,8	До 0,3	До 550	До 18
		ТУ 38.314-25-6-91	Армированные графитовые уплотнительные кольца			До 570	До 40
АОЗТ «Новые химические технологии»	г. Мытищи Московской обл., ул. Колонцова, д. 5; тел. (95) 586-83-77	–	Плетеные углеродные кольца типов:				
			«СНК», «Панекс»	–	–	До 250	Св. 10
			«СЧВ»			До 560	До 40

Для уплотнения корпусного сальника в камеру корпуса достаточно уложить два кольца из терморасширенного графита. Кольца должны иметь по углам обтюраторы из металлической фольги, при этом нижнее кольцо может быть как с обтюратором, так и без него, а верхнее кольцо должно обязательно иметь его сверху. Диаметр отверстия в корпусе под установку колец должен быть выполнен с допуском H11, а диаметр буртика крышки — с допуском *f*9.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АРМАТУРЫ НА ТЭС

На современных мощных энергетических блоках установлено большое количество арматуры с условными проходами от 6 до 1600 мм на рабочее давление до 37,3 МПа и температуру до 560°С. На электростанции с 8 энергоблоками мощностью по 300 МВт установлено свыше 35 тыс.ед. арматуры, на одном энергоблоке 800 МВт количество установленной арматуры составляет 20 тыс.ед. Наибольшее количество арматуры (70%) на ТЭС составляют запорные клапаны (вентили) D_y 10 — 50 мм. Задвижки составляют приблизительно 5% установленной арматуры. На регулирующую и предохранительную арматуру приходится примерно 25% установленного количества арматуры.

Установленная на ТЭС арматура работает в разных условиях. Одна и та же арматура на одних узлах работает в условиях повышенных перепадов давлений и частых теплосмен, на других — в условиях умеренных перепадов давлений и при температурах, близких к температуре окружающей среды.

Количество подлежащей ежегодному ремонту арматуры зависит от ее повреждаемости, которая в свою очередь зависит от условий ее эксплуатации на различных узлах ТЭС. Так, например, вентили D_y 50 мм, устанавливаемые на линиях рециркуляции питательных насосов и работающие при перепадах давлений до 23 МПа, приходится заменять через

6—8 мес эксплуатации, а те же вентили на трубопроводах подачи на впрыск собственного конденсата могут работать без ремонта 4—6 лет. Поэтому для определения количества арматуры, подлежащей ежегодному ремонту, необходимо провести обследование повреждаемости арматуры на данной ТЭС. Выполнить такую работу по каждой электростанции не представляется возможным, поэтому для оценки объема ежегодного ремонта арматуры следует опираться на данные ЦКБ Энергоремонта, которым на основании многолетнего опыта ремонта арматуры на большом количестве ТЭС установлено, что количество арматуры высокого давления, подлежащей ремонту, при капитальном ремонте энергоблока составляет примерно 75—80%, при расширенном текущем и среднем — 35—40% и при текущем ремонте 20—25% всего количества арматуры, смонтированной на энергоблоке.

В РДПр 34-38-030-92 [28] для энергоблоков с различным составом оборудования, котлов и турбин различных параметров и разной мощности установлена периодичность проведения капитальных, средних и текущих ремонтов. Для большинства энергоблоков и почти для всех котлов периодичность капитальных ремонтов составляет 4 года, для некоторых энергоблоков и большинства турбин — 5 лет. В период между капитальными ремонтами предусматривается один средний и 5—6 текущих ремонтов. Исходя из приведенных нормативов можно определить с достаточной степенью точности ежегодный объем ремонта арматуры на ТЭС. При определении объема ремонта арматуры для конкретной ТЭС следует принимать во внимание наработку арматуры. На многих ТЭС в эксплуатации находится большое количество морально устаревшей и физически изношенной арматуры. Поддержание ее в работоспособном состоянии требует дополнительных материальных и трудовых затрат.

Длительное время стоимость новой арматуры была ниже стоимости ремонта, особенно это касалось вентилей D_y 10—20 мм, стоимость которых была в 2—2,5 раза ниже стоимости их ремонта. В связи с этим многие электростанции не развивали у себя ремонтную базу, предпочитая всеми

доступными средствами доставать новую арматуру, а подлежащую ремонту отправлять в металлолом. В настоящее время положение изменилось. Стоимость новой арматуры резко возросла. Многие ТЭС не имеют средств на приобретение новой арматуры взамен изношенной. В связи с этим для обеспечения надежной работы энергооборудования имеется необходимость проведения ремонта арматуры на ТЭС.

В зависимости от технического состояния арматура может подвергаться различным видам ремонта. Нормативно-технической документацией предусмотрен текущий, средний и капитальный ремонт. Основным критерием является характер ремонтных работ, дополнительным — стоимость ремонта по отношению к стоимости нового изделия.

Текущий ремонт предназначен для поддержания исправного состояния арматуры и характеризуется тем, что для его проведения не требуется демонтаж арматуры с трубопровода. В объем текущего ремонта входят очистка арматуры, набивка сальниковых уплотнений, подтяжка гаек и в случае необходимости восстановление подвижности шпинделя, устранение других неисправностей, не требующее разборки арматуры. Стоимость текущего ремонта не превышает 7% первоначальной стоимости изделия (в сопоставимых ценах).

Средний ремонт предназначен для восстановления работоспособности арматуры. При его проведении проверяется работоспособность всех узлов и деталей и их техническое состояние. Все детали очищаются от грязи, следов коррозии, уплотнительные поверхности затвора притираются; мелкие детали, подвергшиеся коррозии, прокладки и сальниковая набивка заменяются. Средний ремонт производится, как правило, на месте установки. Стоимость его не превышает 25% стоимости изделия.

Капитальный ремонт предназначен для полного восстановления ресурса арматуры. При его проведении арматура снимается с трубопровода и направляется в ремонтную мастерскую, организованную на базе механического цеха электростанции или ремонтного предприятия энергосистемы.

При капитальном ремонте производится восстановление арматуры или замена ее составных частей. Его следует рассматривать как завершающий этап ремонтного цикла, при котором производится полная разборка и ревизия оборудования и восстановление всех его элементов. При этом ремонте производится разборка изделия, очистка и дефектация всех деталей, замена изношенных деталей вновь изготовленными или восстановленными. Уплотнительные поверхности из металла обрабатываются и притираются, набивка сальника и прокладки заменяются новыми. Крепежные детали, имеющие дефекты, также заменяются новыми. В процессе капитального ремонта возможно повышение потребительских свойств арматуры путем усовершенствования ненадежных узлов и применения новых методов механического и химико-термического упрочнения. Перед сдачей в эксплуатацию арматура должна быть подвергнута гидравлическим испытаниям на плотность сварных соединений и сальниковых уплотнений и герметичность затвора запорных органов. Объем и характер проведенного ремонта записываются в журнал ремонта арматуры и формуляр изделия.

Стоимость капитального ремонта доходит до 75% стоимости изделия.

При организации ремонта арматуры необходимо учитывать сроки проведения ремонта основного оборудования и согласовывать с ним сроки работ, особенно связанных со снятием арматуры с трубопровода.

При проведении ремонтных работ выполняется большое количество различных технологических операций. Их рациональная организация и обеспечение технологической дисциплины создают условия для высокой производительности и качественного выполнения ремонта. Арматура должна ремонтироваться согласно технологической документации.

Наиболее часто встречаются следующие неисправности, подлежащие устранению в процессе ремонта:

потеря герметичности запорного органа в связи с пропуском среды между уплотнительными поверхностями затвора и седла;

потеря герметичности в связи с пропуском среды между седлом и корпусом;

потеря герметичности сальникового уплотнения штока (шпинделя) и соединения крышки с корпусом;

пропуск среды через фланцевое соединение крышки с корпусом;

образование задиров и язвенной коррозии на поверхностях штока (шпинделя), контактирующих с сальниковой набивкой;

износ ходовых резьб шпинделя и резьбовой втулки;

повреждения резьб крепежных деталей;

недопустимо большой нерегулируемый расход воды в регулирующей арматуре;

неисправности привода и поломка маховиков ручного управления.

Указанные неисправности имеют ярко выраженный характер и легко обнаруживаются при визуальном и инструментальном контроле. Для обнаружения скрытых дефектов (трещин, рыхлот, непроваров сварных соединений) требуется применение специальных методов и приемов (ультразвукового контроля, цветной и магнитно-порошковой дефектоскопии).

Длительное время наиболее прогрессивной формой организации ремонта арматуры считался ее централизованный ремонт в специализированной мастерской, созданной на базе ремонтного предприятия энергосистемы. Капитальный ремонт арматуры всех ТЭС энергосистемы в одном месте создает предпосылки для внедрения индустриальных методов ремонта с применением поточных линий, механизирующих весь процесс ремонта от разборки до окраски. При этом создаются условия для применения высокопроизводительного оборудования, специальных приспособлений и оснастки. Проведение ремонта арматуры на базе ремонтного подразделения энергосистемы способствует снижению затрат на создание обменного фонда арматуры и запасных частей.

Однако в последние годы многие электростанции отказываются от ремонта арматуры на ремонтных заводах энергосистем, что вызвано высокой стоимостью ремонта в связи с большими накладными расходами. В свете этого стоит задача организации централизованного ремонта арматуры на базе ремонтного подразделения ТЭС. Предлагается следующая форма организации ремонта арматуры на ТЭС:

1. Создается единое подразделение по ремонту всей установленной на ТЭС арматуры. Руководителю подразделения должны быть подчинены:

ремонтные участки в котельном и турбинном отделениях котлотурбинных цехов и других подразделений, эксплуатирующих арматуру. Назначение этих участков - текущий профилактический ремонт арматуры на месте ее установки без вырезки из трубопровода;

мастерская для централизованного ремонта арматуры ТЭС. Назначение ее — проведение капитальных и средних ремонтов арматуры, модернизация ненадежных узлов и конструкций арматуры;

группа обеспечения ремонта. Назначение ее — обеспечение ремонтных подразделений технической документацией, необходимой для проведения ремонта; внедрение при ремонте передовых технологий; заказ необходимых для ремонта запасных частей; техническое оформление результатов ремонта; подготовка заявок на замену арматуры, полностью отработавшей свой ресурс; заказ материалов, необходимых для ремонта (сальниковой набивки, графита, притирочных материалов и т.п.).

2. Ремонтные подразделения цехов должны быть оснащены комплектом приспособлений для ремонта арматуры на месте установки, без вырезки из трубопровода.

3. Мастерская для ремонта арматуры должна быть оборудована станками и приспособлениями, обеспечивающими индустриально-заводской ремонт арматуры, оснащена устройствами, позволяющими производить механическое и химико-термическое упрочнение рабочих поверхностей и контроль качества ремонта.

Перечень приспособлений, рекомендуемых к внедрению на ТЭС, приведен в приложении.

4. Ремонт арматуры должен производиться по технологиям, разработанным специализированными организациями (ЦКБ Энергоремонта, АО "Фирма ОРГРЭС").

5. На каждой ТЭС должен быть создан обменный фонд арматуры, позволяющий на 10—15% снизить продолжительность простоя оборудования в ремонте. Фонд может быть создан как за счет приобретения новой арматуры, так и путем восстановления поврежденной арматуры, ранее сдававшейся в металлолом.

6. На каждой ТЭС следует произвести инвентаризацию арматуры, установленной на трубопроводах тепловой схемы, и с использованием компьютера создать банк данных по каждой единице арматуры, установленной на каждом узле. В память компьютера должны быть заведены: номер арматуры по схеме, тип арматуры (номер чертежа), завод-изготовитель, присоединительные размеры, рабочие параметры, данные о приводах (завод-изготовитель, крутящий момент, тип и мощность электродвигателя). При дальнейшем развитии этой системы в формуляры на наиболее ответственную по функциональному назначению арматуру можно внести данные о наработках и повреждаемости.

Наличие на ТЭС банка данных по арматуре позволит персоналу ТЭС своевременно готовиться к проведению ремонтной кампании и заранее заказывать арматуру взамен изношенной с учетом реальных условий эксплуатации ее на данном узле.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МАСТЕРСКОЙ ДЛЯ РЕМОНТА АРМАТУРЫ

Арматурная мастерская должна быть спроектирована как одно из базовых помещений службы централизованного ремонта. Она должна быть организована в здании ремонтных мастерских ТЭС. Такое расположение мастерской позволит

отказаться от установки в ее помещении станков для токарно-фрезерных работ и позволит использовать для этой цели станочный парк мастерской.

Мастерская должна быть укомплектована грузоподъемными механизмами грузоподъемностью до 5 т и мобильными транспортными средствами.

Высота помещения должна быть не менее 5 м.

Освещенность помещения должна составлять не менее 400 лк на высоте 1,5 м от уровня пола. Рабочие места технического персонала должны освещаться дополнительными светильниками, выбор которых осуществляется в соответствии с характером и условиями труда.

В мастерской следует предусмотреть:

разводку трубопроводов сжатого воздуха;

разводку трубопроводов пожарно-питьевого водопровода;

щит переменного тока напряжением 220 и 380 В для подключения электрического инструмента и приспособлений;

розетки для подключения переносных ламп напряжением 12 В;

ацетилено-кислородный пост;

пост лаборатории металлов для контроля состояния металла корпусных деталей, сварных соединений и наплавленных уплотнительных поверхностей;

дренажный сток технической воды.

Наплавка уплотнительных поверхностей, термическая и химико-термическая обработка деталей должны производиться в специальных помещениях, оборудованных вентиляцией.

4. РАЗБОРКА И ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ АРМАТУРЫ

4.1. Мероприятия по охране труда при работах по разборке арматуры

При разборочных и монтажных работах применение специальных приспособлений и инструмента, съемников для выпрессовки деталей и других механических приспособле-

ний улучшает условия труда рабочих. Все применяемые приспособления и устройства должны соответствовать определенным требованиям охраны труда. К подъемно-транспортным средствам предъявляется прежде всего общее требование — они должны иметь надежные устройства для торможения и фиксирования груза в любом положении по высоте.

Все грузоподъемные средства заранее испытываются на соответствующие нагрузки. Каждое грузоподъемное средство должно иметь удостоверение о результатах проведенного технического освидетельствования.

Грузоподъемные средства, не имеющие клейма, удостоверяющего их допустимую грузоподъемность, или сертификата на годность к эксплуатации, к разборке арматуры (механизмов) не допускаются. Это предотвращает аварии и несчастные случаи из-за неисправности грузоподъемных средств.

Категорически запрещается пользоваться непроверенными и неиспытанными грузоподъемными средствами. При демонтаже деталей необходимо знать их массу и использовать грузоподъемные средства, соответствующие массе данной детали.

Тросы и концы для подъема деталей применяются только проверенные и исправные. Снимая с места крепежные детали (болты, гайки, шплинты и т.п.), необходимо предварительно убедиться в том, что они не упадут.

К рабочему инструменту, используемому при разборке арматуры, предъявляется ряд обязательных требований:

поверхность бойка молотка должна иметь слегка выпуклую форму;

ручка молотка должна быть овального сечения, молоток на ней должен быть прочно закреплен;

зубилами с косой и сбитой затылочной частью пользоваться запрещается;

отвертки применяются только с хорошо заправленной рабочей частью и удобной рукояткой;

съемниками с изношенной рабочей поверхностью, трещинами или с изношенной и помятой резьбой винтов пользоваться запрещается.

Перед тем как использовать ручной инструмент с электрическим приводом, необходимо тщательно проверить его исправность.

При разборке арматуры (на месте установки или в мастерской) с подъемом и перемещением тяжелых деталей необходимо правильно застропить детали или узлы.

При разборке или сборке арматуры работа должна быть четко организована во избежание защемлений, ушибов, задеваний за неподвижные конструкции, стравливания стропов и т.п.

Место разборки должно иметь хорошее освещение. Освещенность должна быть в пределах 60—80 лк.

4.2. Демонтаж и разборка арматуры

При современной тенденции к увеличению продолжительности эксплуатационного периода ремонт пароводяной арматуры должен базироваться на заводском методе. Увеличить продолжительность эксплуатации основного оборудования можно в том случае, если демонтировать арматуру и доставлять ее в цех для разборки и ремонта, а на место демонтированной арматуры монтировать новую или заранее отремонтированную и испытанную.

Естественно, что демонтаж арматуры и отправка ее в цех для ремонта целесообразны лишь при капитально-восстановительном ремонте.

Пароводяная арматура в зависимости от степени износа деталей и узлов, категории ремонта ремонтируется в механическом цехе электростанции или непосредственно на месте ее установки.

Обычно крупная арматура не снимается с трубопровода, разборка ее для ремонта и сборка производятся на месте.

Арматура D_y 10-20 мм при капитальном ремонте основного оборудования в большинстве случаев ремонтируется в цехе (мастерской).

Успешное выполнение ремонта арматуры в значительной мере зависит от того, как была выполнена разборка. Опера-

ции разборки — это ответственные операции, производимые по определенной технологии для каждого типа арматуры.

Перед разборкой арматуры необходимо ознакомиться с инструкциями и чертежами, которые имеются по данной арматуре, а также проверить ее укомплектованность и только после этого приступить к разборке.

При разборке арматуры на узлы и детали производится контроль и сортировка ее деталей на следующие группы:

годные — не имеющие повреждений, влияющих на работу арматуры, сохранившие свои первоначальные размеры или имеющие износ в пределах поля допуска по чертежу;

требующие ремонта — имеющие износ или повреждения, устранение которых технически возможно и экономически целесообразно;

негодные — подлежащие замене, имеющие износ и повреждения, устранение которых либо невозможно по техническим причинам, либо экономически нецелесообразно.

Одновременно выявляются по каждому узлу отсутствующие детали.

Трудно снимающиеся детали, собранные по неподвижным посадкам и длительное время не разбиравшиеся, необходимо разбирать с помощью гидравлических съемников. При этом следует рассчитывать усилия запрессовки разбираемого узла.

Для облегчения съема детали ее можно подогревать в нагретом масле, паром или огнем.

Когда невозможно применить для разборки съемники, можно пользоваться молотками или кувалдами. При применении стальных молотков и кувалд удары должны наноситься через мягкую подкладку.

При разборке ряда узлов (изделий) детали каждого узла (изделия) должны маркироваться и складываться в отдельные ящики. Когда важно выдержать взаимное расположение деталей, метки следует ставить так, чтобы зафиксировать нужное положение.

Для маркировки деталей арматуры можно пользоваться:

клеймами (незакаленные детали, которые не могут деформироваться при ударах);

краской (любые детали);

кислотой (закаленные и незакаленные детали);

электрографом (незакаленные и закаленные стальные детали);

бирками.

4.3. Очистка и промывка деталей перед дефектацией

Очистка деталей после разборки узлов необходима для их осмотра и выявления пороков: трещин, задиров, царапин, коррозии, выкрашивания металла, а также для дальнейшей технологической обработки или консервации.

Детали подвергаются промывке для очистки от грязи, посторонних включений, масла. Основные способы промывки деталей приведены в табл. 7.

Таблица 7

Основные способы промывки деталей арматуры

Способ промывки	Оборудование и характеристика	Моющие растворы
Ручная	Ванна с сеткой. Лучше иметь две ванны: для предварительной и окончательной промывки. После выдержки в растворе очистка щетками, обтирочными материалами, крючками и др. Грязь оседает под сеткой	Керосин, бензин
В баках	Передвижной или стационарный бак, имеющий в нижней части трубку для электроспирали или змеевик для подогрева моющего раствора. Моющий раствор подогревается до 80–90°С. Детали располагаются на сетке	1) 3–5%-ный раствор кальцинированной соды в воде; 2) по 30 г на литр раствора тринатрийфосфата и кальцинированной соды; 3) 10%-ный раствор каустической соды в воде; 4) 0,1–0,2% каустической соды, 0,4% тринатрийфосфата, 0,15–0,25% нитрата натрия, остальное – вода
Моечными машинами	Моечные машины бывают стационарные и передвижные, однокамерные (только для промывки), двухкамерные (для промывки и ополаскивания) и трехкамерные (для промывки, ополаскивания и сушки). В моечных машинах горячие моющие растворы (температурой 80–90°С) подаются на детали под давлением душевыми установками. Детали размещаются на сетках или тележках, которые закатываются в моечную машину	

Промывка деталей производится последовательно в горячем растворе, затем в чистой горячей воде, после чего детали тщательно высушиваются.

Детали со шлифованными и полированными поверхностями рекомендуется промывать отдельно.

Нельзя мыть в щелочных растворах детали из цветных металлов, резины, пластмасс, тканей.

Нагар удаляется скребками, шаберами, стальными щетками или химическим способом (детали выдерживаются в течение 15—25 мин в растворе, состоящем из 3,5% эмульсола, 0,15% кальцинированной соды и воды, при температуре раствора 60—80°С).

4.4. Методы выявления дефектов

Выявление дефектов, имеющихся в деталях, производится с целью рассортировки деталей на годные, негодные и требующие ремонта, а также для уточнения объема работ, предусмотренного ремонтной ведомостью.

При дефектации:

а) производится внешний (визуальный) осмотр для выявления видимых повреждений (трещин, поломок и т.п.);

б) обмеряются рабочие поверхности с помощью измерительного инструмента для установления величины износа и определения пригодности детали к дальнейшей работе;

в) контролируется взаимное расположение поверхностей с помощью специальных приборов и инструмента для определения величины возможного изгиба или коробления;

г) исследуются детали специальными методами для обнаружения пороков, не видимых глазом, с применением цветной, люминесцентной, магнитной, ультразвуковой, рентгеновской и гамма-дефектоскопии и гидравлического испытания.

Цветная дефектоскопия выполняется с помощью раствора следующего состава: керосин — 65%, трансформаторное масло — 30%, скипидар — 5%. В скипидар вводится краситель (судан III, II или I) из расчета 5—6 г на 1 л раствора.

Приготовленный раствор наносится на проверяемую поверхность кистью (либо деталь окунается в раствор) и после 5—10-минутной выдержки смывается сильной струей воды. Затем в воде разводится каолин, добавляется сульфинол (10 г на 1 л воды), этим составом покрывается проверяемая поверхность и просушивается теплым воздухом. Точное очертание дефекта появится на каолиновом слое в виде цветного изображения.

При люминесцентной дефектоскопии проверяемая поверхность тщательно очищается и на нее кистью (или деталь окунается в раствор) наносится люминесцирующий раствор, который после 10—15-минутной выдержки смывается сильной струей воды. Поверхность просушивается струей теплого воздуха, а затем припудривается порошком силикагеля, который, проникая в дефекты, способствует их свечению под действием ультрафиолетовых лучей в затемненном помещении.

Магнитная дефектоскопия используется для выявления как поверхностных, так и подповерхностных пороков у изделий и полуфабрикатов, изготовленных из ферромагнитных материалов (стали, чугуна). Существуют следующие методы магнитного контроля: индукционный, метод магнитных порошков и метод магнитных суспензий.

Индукционный метод предназначается для выявления поверхностных (скрытых) пороков. Он заключается в намагничивании проверяемой детали электрическим током и в наблюдении за изменением значения электродвижущей силы в различных точках с помощью катушки искателя и контрольных приборов (гальванометров, сигнальных ламп).

Метод магнитных порошков основан на свойстве магнитных порошков, помещенных в магнитное поле, ориентироваться в направлении наибольшего увеличения плотности магнитного потока, возникающего в местах расположения дефектов детали при ее намагничивании. В качестве магнитных порошков применяются сухие порошки окалины Fe_3O_4 или Fe_2O_3, частично восстанавливаемые при температуре 800°С.

При контроле методом магнитной суспензии порошок наносится на поверхность детали в виде взвеси в дисперсионной сре-

де (вода, масло, керосин или их смеси). При ремонте энергооборудования преимущественно применяется сухой метод нанесения порошка. Это объясняется тем, что жидкость суспензии обладает вязкостью и для перемещения ферромагнитных частиц в этой жидкости необходима бóльшая сила воздействия магнитного потока, чем для перемещения частиц в воздухе.

Ультразвуковая дефектоскопия служит для выявления внутренних дефектов в разнообразных материалах на значительной глубине, но без определения внутренней формы порока. Она основана на способности упругих колебаний отражаться от границы двух сред с различными физическими свойствами. С помощью ультразвукового дефектоскопа на хорошо очищенной поверхности исследуемой детали вызываются упругие колебания, которые распространяются в глубь ее, а при наличии дефекта отражаются, образуя "тень".

Рентгеновская дефектоскопия служит при выявлении внутренних пороков металлов. Она может осуществляться двумя методами: диаскопическим с помощью флюоресцирующего экрана и фотографическим путем фиксации дефектов на высокочувствительной пленке. Рентгеновское излучение можно получить как от специальных электронных рентгеновских трубок, так и от стационарных рентгеновских установок. Толщина просвечиваемого металла в зависимости от напряжения и конструкции рентгеновских установок (трубок) может колебаться от 80 до 200 мм. В связи с вредным влиянием рентгеновских лучей на организм человека рентгеновская дефектоскопия применяется главным образом в лаборатории.

При гамма-дефектоскопии гамма-лучи могут просвечивать металлы толщиной более 300 мм. Источник гамма-лучей (радий и ряд других веществ) в связи с вредным влиянием на организм человека должен находиться в специальных хорошо защищенных ампулах. В производственных условиях применяются переносные свинцовые контейнеры массой 8 — 10 кг с вделанной в них ампулой.

При гамма-дефектоскопии необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и охраны труда.

Для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов можно применять также токовихревой контроль и метод аммиачного отклика.

Гидравлическое испытание применяется для корпусных деталей, позволяет обнаружить наличие трещин, раковин. Гидравлическое испытание арматуры на прочность и плотность должно производиться на специальных стендах.

4.5. Составление ведомости дефектов

В ведомости дефектов подробно перечисляются дефекты арматуры в целом, каждого узла в отдельности и каждой детали, подлежащей восстановлению и упрочнению.

Правильно составленная и достаточно подробная ведомость дефектов является существенным дополнением к технологическим процессам ремонта, поэтому этот весьма ответственный документ обычно составляет технолог по ремонту при участии бригадира ремонтной бригады, мастера ремонтного цеха и представителя цеха — заказчика. После составления ведомости дефектов начинается ее конструктивная проработка и выдача чертежей для проведения ремонта. Ведомость дефектов (табл. 8) является исходным техническим и финансовым документом.

Таблица 8

Ведомость дефектов

№ п.п.	Дата	Вид ремонта	Наименование арматуры		Завод-изготовитель	Шифр	Материал			Рабочая сила			
	Наименование узлов и деталей, подлежащих замене или ремонту	Номера деталей и чертежа	Количество деталей	Описание дефектов узлов и деталей	Перечень работ, выполняемых при ремонте		Наименование	Марка, сорт, сечение	Масса, кг	Слесари		Станочники	
										Норма-ч	Разряд работы	Норма-ч	Разряд работы

5. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ АРМАТУРЫ

5.1 Организация капитального ремонта

5.1.1. Сдача арматуры в ремонт и приемка ее из ремонта осуществляются в соответствии с РДПр 34-38-030-92 [28].

5.1.2. Все материалы и полуфабрикаты, применяемые при изготовлении и ремонте деталей и узлов арматуры, должны соответствовать материалам, указанным в рабочей конструкторской документации или в настоящем Руководстве, и удовлетворять требованиям Госгортехнадзора России.

5.1.3. Применение материалов, не указанных в конструкторской документации или в настоящем Руководстве, должно быть согласовано с разработчиками документации или специализированной организацией.

5.1.4. Материалы, применяемые при ремонте, должны иметь сертификаты заводов-поставщиков. При отсутствии сертификатов на материалы их качество должно быть удостоверено лабораторными анализами и испытаниями.

5.1.5. Все легированные стали, используемые для изготовления деталей, даже при наличии сертификатов поставщиков подвергаются дополнительному контролю методом спектрального анализа (стилоскопированию).

5.1.6. Электроды, применяемые при сварочных и наплавочных работах, должны соответствовать маркам, указанным в технической документации предприятия-изготовителя и настоящем Руководстве. Качество электродов должно быть подтверждено сертификатом. При выборе электродов можно руководствоваться справочным пособием [37].

5.1.7. При вырезке корпуса из трубопровода место резки должно располагаться за сварным стыком в сторону трубопровода на расстоянии не менее 20 мм. Обработку кромок патрубков корпуса и трубопроводов под сварку производить в соответствии с ОСТ 108.940.02-82, РД 34.15.027-93 [34] и РД 34 17.310-96 [33].

5.1.8. Торцы патрубков корпусов после ремонта должны быть перпендикулярны к его горизонтальной оси. Неперпендикулярность не должна превышать 1% внутреннего диаметра.

5.1.9. Порядок разборки арматуры устанавливается руководством по эксплуатации на данное изделие, которое должно поставляться на ТЭС вместе с арматурой или технологическими инструкциями, подготовленными специализированными организациями.

5.1.10. Методы контроля при дефектации основных деталей приведены в разд. 4.4.

5.1.11. Контроль качества заварки и наплавки необходимо производить в объеме 100% в соответствии со следующей нормативно-технической документацией:

визуальный контроль — РД 34.15.027-93 [34];
цветная дефектоскопия — ОСТ 34.42.545-81;
ультразвуковая дефектоскопия — ОСТ 108.004.108-80;
магнитопорошковая дефектоскопия — ОСТ 108.004.109-80;
рентгеновская дефектоскопия — ОСТ 108.004.110-87;
гидроиспытания — РД 34.15.027-93 [34].

Допускается применение других способов обнаружения дефектов, если эти способы освоены предприятиями, производящими ремонт, и включены в нормативные документы предприятия, утвержденные в установленном порядке.

5.1.12. Последовательность, объем и метод контроля определяются требованиями чертежей и руководства по эксплуатации.

5.1.13. При визуальном контроле особое внимание следует уделять местам, наиболее подверженным коррозионному, эрозионному и механическому износу (уплотнительные поверхности затвора, рабочие поверхности деталей регулирующих органов, цилиндрические поверхности шпинделей в зоне контакта с сальниковой набивкой, резьбовые детали и т.д.). В сомнительных случаях при контроле следует использовать лупы 7—10-кратного увеличения по ГОСТ 25706-83 [27].

5.1.14. Дефектация деталей арматуры с резьбовыми поверхностями и крепежных изделий производится визуаль-

ным контролем и калибрами. В сомнительных случаях следует произвести ультразвуковую дефектоскопию крепежных изделий.

Детали (кроме корпусных) и крепежные изделия подлежат замене при срыве или смятии более одной нитки на одной из сопрягаемых поверхностей или при износе резьбы по среднему диаметру, превышающем пределы допусков по ГОСТ 16093-81 [19] и ТУ 26-07-418-87.

5.1.15. По результатам дефектации детали арматуры сортируются по группам:

детали, не имеющие повреждений, влияющих на функционирование изделия, сохранившие свои первоначальные размеры или имеющие износ в пределах поля допусков по чертежу;

детали, имеющие повреждения и износ, которые могут быть устранены на имеющейся ремонтной базе;

детали, подлежащие замене, так как имеющиеся на них повреждения и износ исправлению не подлежат.

5.1.16. Подлежат замене независимо от технического состояния асбографитовые сальниковые набивки, гребенчатые и паронитовые прокладки, кольца сальниковые войлочные, шплинты.

5.2. Способы устранения дефектов отдельных деталей

5.2.1. **На необрабатываемых** поверхностях литых корпусов и крышек допускаются без исправления:

отдельные раковины в любом количестве и расположении (кроме патрубков) диаметром не более 5 мм для всех толщин стенок;

скопление раковин на концах патрубков на площади не более 100х100 мм, если их размеры не превышают 5 мм по диаметру и 3 мм по глубине, при расстоянии между ними не менее 25 мм и общем количестве их не более 4 шт.;

отпечатки пневматических зубил глубиной до 2 мм, сглаженные шлифовальной машинкой.

5.2.2. **На обрабатываемых поверхностях** основного металла корпусных деталей допускаются без исправления следующие дефекты, кроме трещин:

на сопрягаемых наружных или внутренних, но ненапряженных поверхностях — одиночная кольцевая риска глубиной не более 0,2 мм;

на несопрягаемых наружных поверхностях — не более двух кольцевых рисок глубиной до 0,3 мм;

на несопрягаемых внутренних поверхностях — вырывы, появившиеся при сверлении отверстий диаметром до 20 мм (не более двух); повреждения поверхностей в виде задиров в отверстиях диаметром более 20 мм — до 5% поверхности. Местные выборки после удаления дефектов глубиной до 5% толщины стенки допускается не заваривать.

5.2.3. **На необрабатываемых поверхностях** литых корпусов и крышек, а также на обрабатываемых поверхностях основного металла корпусных деталей не допускаются следующие дефекты:

трещины любых размеров и расположений;

дефекты со сквозными раковинами любых размеров и расположений;

дефекты, превышающие по величине и количеству дефекты, указанные в п. 5.2.1.

5.2.4. Дефекты, подлежащие исправлению сваркой, удаляются механическим способом. Стенки выборки должны быть пологими, угол разделки должен быть не менее 10°. Поверхность разделанного углубления не должна иметь острых углов и заусенцев. Основание выборки на всем протяжении должно иметь плавное очертание окружности.

5.2.5. Исправления дефектов корпусных деталей (но не более четырех исправлений на одну деталь) путем заварки одного и того же дефектного места разрешается производить не более двух раз.

5.2.6. Заварку дефектных мест следует производить в соответствии с РД 34.15.027-93 [34], контроль заваренных мест — в соответствии с РД 2730.940.102-93 [30].

5.2.7. При обнаружении дефектов в сварном шве корпуса необходимо произвести УЗД всего шва и прилегающего к нему основного металла шириной 20 мм с двух сторон от границы по всей длине шва.

5.2.8. На поверхностях кованых и штампо-сварных корпусов допускаются без зачистки отдельные местные вмятины, риски и тому подобные дефекты, если глубина их залегания не превышает 2,5% толщины стенки.

5.2.9. Исправление дефектов в сварных швах и выборка металла в местах со сквозными трещинами с последующей заваркой следует производить в соответствии с РД 34.15.027-93 [34].

5.2.10. Дефекты посадочных мест фланцевых соединений корпуса с крышкой глубиной до 1,5 мм допускается устранять проточкой; дефекты, превышающие 1,5 мм, следует устранять наплавкой с последующей механической обработкой. Предельные отклонения и шероховатость поверхности посадочных мест должны соответствовать требованиям чертежей.

5.3. Требования к деталям, поступающим на сборку

5.3.1. Размеры, допуски и шероховатость поверхностей деталей после ремонта или изготовления должны соответствовать указаниям конструкторской или ремонтной документации.

5.3.2. Резьба всех деталей (за исключением наружной трапецеидальной) должна соответствовать среднему классу точности по ГОСТ 16093-81 [19]; трапецеидальные резьбы шпинделей выполняются со степенью точности 7е, а для резьбовых втулок — 7Н согласно требованиям ГОСТ 9562-81 [16].

5.3.3. Шероховатость поверхности профиля резьбы, если она не указана в чертеже детали, должна быть для шпилек и гаек фланцевого соединения, откидных болтов и трапецеи-

дальной резьбы шпинделя и резьбовой втулки не более R_z 20, а в остальных случаях — R_z 40.

5.3.4. Профиль резьбы на деталях должен соответствовать требованиям ГОСТ 8724-81 [14] и ГОСТ 24705-81 [26].

5.3.5. Крепежные детали фланцевого соединения задвижек должны отвечать требованиям ГОСТ 20700-75 [23], группа качества — в зависимости от условий работы крепежных изделий. Остальные крепежные детали должны отвечать требованиям ГОСТ 1759.0-87 [4], ГОСТ 1759.1-82 [5], ГОСТ 1759.2-82 [6], ГОСТ 1759.3-83 [7], ГОСТ 1759.4-87 [8] и ГОСТ 1759.5-87 [9].

5.3.6. Разница между твердостью резьбовых поверхностей шпилек и гаек должна быть не менее 12 НВ, при этом твердость гайки должна быть ниже твердости шпильки.

6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ РЕМОНТА АРМАТУРЫ

6.1. Притирка

6.1.1. Общие требования

Плотность (непроницаемость уплотнительных поверхностей) достигается притиркой, которая представляет собой процесс чистовой обработки уплотнительных поверхностей, при котором зерна абразивного материала свободно распределены в виде пасты или суспензии. Инструментом служит притир, на поверхность которого наносится паста или суспензия.

К деталям арматуры, подлежащим притирке, предъявляются следующие требования:

чистота поверхности не ниже R_a = 0,08 мкм;

плоскостность и прямолинейность поверхности — в пределах 80–90% площади, проверяемой плитой на краску;

отсутствие на подлежащей притирке поверхности забоин, вмятин, царапин глубиной более 0,2 мм.

6.1.2. Притиры

Форма притира должна быть зеркальным отображением обрабатываемой поверхности. Точность обрабатываемой поверхности определяется точностью притира. Однако форма притира непрерывно изменяется в процессе притирки, поэтому он должен быть жестким и незначительно изнашиваться под действием паст. Материал должен отличаться однородностью состава, структуры и твердости, так как это оказывает существенное влияние на точность получаемой поверхности и на производительность процесса.

На ЧЗЭМ для притирки деталей арматуры применяются притиры, изготовленные из ферритно-перлитного чугуна СЧ 15-32 с твердостью 163-190 НВ. Материал притира должен иметь однородную структуру. Материал, используемый для изготовления притира, должен быть подвергнут естественному или искусственному старению.

6.1.3. Притирочные материалы

Самыми распространенными притирочными материалами являются: корунд, электрокорунд, карбид кремния и карбид бора.

По размерам зерна притирочные порошки делятся на три группы:

шлифпорошки зернистостью 5 – 3 — для грубой доводки;

микропорошки от М28 до М14 — для предварительной доводки;

микропорошки от М10 до М5 — для окончательной доводки.

Кроме порошков для притирки применяются абразивные пасты на основе упомянутых выше порошков.

В целях повышения производительности притирки, особенно когда ремонт производится без вырезки из трубопровода, применяются синтетические алмазы. Синтетические алмазы выпускаются в виде порошков и паст. Пасты из синтетических алмазов применяются для окончательной операции — доводки до 0,16 – 0,06 чистоты. Использование алмаз-

ных паст взамен паст, изготовленных на базе электрокорунда, карбида кремния, окиси хрома, дает возможность получить увеличение производительности в 2—3 раза, производить обработку твердых и хрупких материалов (азотированных поверхностей, твердых сплавов).

Для обработки уплотнительных поверхностей находят применение пасты из эльбора. При одинаковых технологических условиях обработки уплотнительных поверхностей стойкость эльборовых паст в 1,5-2 раза выше стойкости паст из синтетических алмазов и в 3-5 раз выше стойкости обычных абразивных паст. В первую очередь этими пастами следует производить притирку уплотнительных поверхностей деталей запорных органов главных паровых задвижек, главного и импульсного предохранительных клапанов и некоторой другой арматуры, установленной на наиболее ответственных узлах энергооборудования. Кроме того, применение паст из эльбора эффективно в тех случаях, когда оборудование остановлено для аварийного ремонта и его необходимо как можно скорее ввести в работу.

6.1.4. Режимы притирки и доводки

Производительность процесса доводки и достигаемая при этом шероховатость поверхности зависят не только от абразивного инструмента, но и от технологии притирки: скорости перемещения притира, удельного давления между притиром и деталью, способа подачи доводочного материала.

С увеличением скорости перемещения притира до 4 м/с производительность притирки возрастает прямо пропорционально скорости. При притирке шаржированными притирами дальнейшее увеличение скорости приводит к чрезмерному нагреву трущихся поверхностей и снижению точности деталей. При притирке абразивной суспензией увеличение скорости снижает производительность вследствие большой центробежной силы, которая стремится отбросить абразивную суспензию от центра притира. Процесс протекает ненормально, притиры начинают вибрировать и перемещаться

рывками, что отражается на производительности и точности притирки.

Производительность процесса тем больше, чем выше давление между притиром и деталью. Эта зависимость сохраняется до давления 0,3 МПа. При большем давлении происходит быстрое раскалывание и истирание абразивного зерна и нагревание трущихся поверхностей, что приводит к деформации деталей. Чрезмерное увеличение давления может также вызывать задиры на поверхности притира.

Способ подачи притирочного материала в зону контакта притира с обрабатываемой поверхностью влияет на производительность притирки. Наибольшая производительность достигается при непрерывной подаче суспензии в центральную часть притира. Производительность снижается в 2,5-3 раза при предварительном шаржировании поверхности притира абразивным порошком.

Припуск на предварительных притирочно-доводочных операциях составляет в среднем 0,02—0,05 мм, в некоторых случаях может быть доведен до 0,1—0,2 мм, на окончательных операциях 3—5 мкм.

В качестве смазочных жидкостей при доводке применяются керосин и олеиновая кислота. Оптимальное количество олеиновой кислоты в смеси с керосином должно составлять 2,5%.

Для предотвращения завалов и перекосов на притираемой поверхности необходимо правильно распределить усилия, прилагаемые к детали, а также определить центр тяжести детали.

6.2. Повышение качества уплотнительных поверхностей методом пластической деформации

При абразивной притирке уплотнительных поверхностей хотя и достигается чистота поверхности и прямолинейность, однако в процессе микрорезания на поверхности остаются мельчайшие следы от абразивных материалов. Иногда происходит внедрение крупных абразивных зерен в поверхность, что может привести к ее задиранию.

Для устранения указанных дефектов и для повышения прочности рабочих поверхностей при ремонте арматуры применяется метод пластической деформации уплотнительных поверхностей путем их обкатки роликами или пружинящими шариками, а также алмазное выглаживание.

При обкатке достигается сочетание высокой чистоты с упрочнением поверхностного слоя, что повышает механические свойства деталей: повышаются твердость поверхностного слоя и его износостойкость, предел текучести и особенно предел усталости.

Качество обкатки зависит от физико-механических свойств и состояния обрабатываемой поверхности, режимов обкатки, конструкции приспособления и ролика.

Обкатка выполняется с помощью свободно вращающихся (одного или нескольких) роликов, приводимых в соприкосновение с обрабатываемой поверхностью под давлением. Обкатке подвергаются металлы, имеющие твердость не более 400 НВ. Эффективность обкатки снижается начиная с твердости 280 НВ. С повышением пластичности металла и снижением его твердости повышается глубина и степень наклепа, улучшается чистота поверхности и снижаются остаточные напряжения сжатия в поверхностном слое.

Большое влияние на качество обкатки оказывает состояние исходной поверхности: она не должна иметь микротрещин, рисок, вырывов.

Обкатка цилиндрических поверхностей выполняется на токарных и револьверных станках, а плоских — на строгальных. Число роликов выбирается в зависимости от обрабатываемой заготовки и назначения обкатки. Обкатка одним роликом применяется для обработки жестких заготовок, более эффективна обкатка двух-, трех- и четырехроликовыми накатками. Твердость рабочих поверхностей роликов должна быть не ниже 58 HRC. Ролики изготавливаются из сталей марок Х12, Х12М, ХВГ, У10 или У12. Для повышения износостойкости роликов на их поверхность рекомендуется нанести твердый сплав.

На качество обкатки влияет подача ролика. Малые подачи обеспечивают лучший результат. Наиболее эффективны первые 3 прохода. Увеличение числа проходов может привести к перенаклепу и увеличению шероховатости поверхности.

Обкатку с цилиндрическим роликом рекомендуется производить с подачей 0,4—0,8 мм/об.

Обкатка роликами нашла применение на некоторых арматурных заводах. На ПО "Сибэнергомаш" производится обкатка шпинделей паровых задвижек, на ЧЗЭМ применяется шариковая обкатка поверхностей рубашек поршневых камер предохранительных клапанов. На этом же заводе резьбовыми роликами производится накатка резьбы шпилек и корпусов вентилей D_y 10—20 мм. На этих же вентилях вместо малоэффективной и плохо контролируемой притирки уплотнительных поверхностей производится уплотнение поверхностей с помощью пуансона. Нижний конец пуансона выполнен в виде конуса с углом, соответствующим углу уплотнительного пояска вентиля, а его цилиндрические поверхности играют роль направляющих. Уплотнение осуществляется ударом по верхнему торцу пуансона молотком. В результате получаются высокая чистота и твердость уплотнительного пояска.

Один из методов отделочно-упрочняющей обработки пластическим поверхностным деформированием заключается в деформировании обрабатываемой поверхности скользящим по ней инструментом — выглаживателем с закрепленным в оправке кристаллом алмаза. При этом неровности поверхности, оставшиеся от предшествующей обработки, сглаживаются частично или полностью и поверхность приобретает зеркальный блеск.

В результате выглаживания повышается твердость поверхностного слоя, износостойкость и сопротивление задираемости. Высокая твердость алмаза дает возможность обрабатывать почти все металлы, поддающиеся деформации, как мягкие, так и закаленные до твердости 60—65 HRC.

На качество выглаженной поверхности и на стойкость инструмента большое влияние оказывает при выглаживании смазочно-охлаждающая жидкость. Применение индустриаль-

ного масла снижает износ алмазного выглаживания в 5 раз по сравнению с выглаживанием без смазки. Оптимальная подача, обеспечивающая требуемое качество поверхности, находится в пределах 0,02—0,06 мм/об — при выглаживании закаленных сталей, 0,02—0,08 мм/об — незакаленных сталей и 0,02—0,15 мм/об — бронзы.

Алмазное выглаживание внедрено предприятием "Днепроэнергоремонт" на ремонтном участке Приднепровской ГРЭС (Украина).

6.3. Упрочнение химическим никелированием

Для повышения износостойкости и коррозионной стойкости шпинделей из углеродистой и легированных сталей паровой и водяной арматуры небольших проходов применяется химическое никелирование. Покрытия, полученные химическим никелированием, представляют собой сплав никеля с 10—15% фосфора. Этот метод обеспечивает равномерность покрытия, высокие защитные свойства в условиях атмосферной и высокотемпературной коррозии, твердость поверхности до 50—55 HRC. В целях увеличения сцепления слоя покрытия с основным металлом и повышения твердости покрытия производится термическая обработка деталей в электрических печах по режиму: нагрев до 400±20°С с выдержкой в течение 1 ч. После никелирования детали должны быть гладкими и блестящими.

Хотя химическое никелирование может быть легко освоено в мастерских ТЭС, тем не менее оно требует высокой технологической дисциплины. Имеется много случаев, когда никелированные штоки вентилей подвергались коррозии из-за некачественного покрытия.

6.4. Упрочнение азотированием

Для повышения износостойкости деталей арматуры, работающих на воздухе, в воде и на паре, применяется азотирование рабочих поверхностей.

При азотировании атомарный азот диффундирует в поверхностный слой деталей и образует с железом и легирующими элементами химические соединения — нитриды. Благодаря этому в результате азотирования можно получить твердость поверхностного слоя в 1,5—2 раза более высокую, чем при цементации. К достоинству азотирования следует отнести сохранение твердости азотированного слоя при нагреве детали до 500—600°С.

Наибольшей твердостью после азотирования отличаются легированные стали, содержащие в своем составе алюминий, хром, молибден и вольфрам. При азотировании углеродистой стали поверхностный слой получается не очень твердым, но коррозионно-стойким. Поэтому азотирование углеродистых сталей называют антикоррозионным, а легированных — твердостным.

Твердостное азотирование применяется в тех случаях, когда к деталям предъявляются особые требования в отношении износостойкости, например, к шиберам клапанов, работающих на паре, измерительному инструменту, деталям станков.

Антикоррозионное азотирование рекомендуется применять для обработки деталей, подвергающихся при эксплуатации коррозии, например, шпинделя (штока), пружины.

При твердостном азотировании глубина азотированного слоя составляет: для стали 38Х2МЮА — 0,45 мм, 12Х18Н10Т — 0,2—0,5 мм. Глубина азотированного слоя при антикоррозионном азотировании стали 35 составляет 0,1—0,2 мм, сталей 38Х2МЮА и 25Х2М1Ф — 0,1—0,3 мм.

6.5. Применение электроэрозионного синтеза для упрочнения деталей

Сущность метода электроэрозионного синтеза (ЭЭС) заключается в нанесении на упрочняемую поверхность порошковой смеси компонентов, подвергающихся затем электроискровой обработке, вызывающей протекание в порошковом слое реакции синтеза сплавов. Использование сложных

исходных смесей позволяет получать конечные продукты с заданными эксплуатационными свойствами. Основная зона покрытия имеет толщину 300 мкм, переходная — 500 мкм. Процесс ЭЭС оказывает незначительное термическое влияние на материал основы.

Проведенные исследования показали, что ЭЭС-обработка значительно повышает стойкость деталей к абразивному и контактному износу. Они обладают хорошими противозадирными свойствами. Оптимальным методом финишной обработки является притирка притиром с ЭЭС-покрытием.

Метод ЭЭС разработан фирмой "РЭСТИ" (г. Ижевск) и реализован на базе мастерских Ижевской ТЭЦ-2. Фирма может выполнять заказы по покрытию деталей, а также организовать участки для восстановления деталей.

Для восстановления изношенных деталей типа "вал" этой же фирмой разработаны технология и оборудование для электроконтактной наплавки металлической порошковой лентой с предварительно нанесенным ЭЭС-покрытием. Толщина наплавляемого слоя до 10 мм на диаметр; финишная обработка — токарная, а также шлифовка и полировка; твердость наплавленного металла от 30 до 60 HRC. Термическое влияние на восстанавливаемую деталь при электроконтактной наплавке практически отсутствует. При ремонте арматуры этот метод используется для восстановления штоков.

На Ижевской ТЭЦ-2 с помощью метода ЭЭС упрочнялись стаканы и золотники регулирующих питательных клапанов D_y 225 мм с цилиндрическим поворотным золотником, седла и шиберы регулирующих клапанов D_y 100 мм шиберного типа, гильзы и золотники регулирующих клапанов уровня конденсата ПВД, а также защитные втулки насосов, пилы Геллера и некоторое другое оборудование. Проведенные работы в несколько раз повысили срок службы деталей и за счет снижения усилия трения контактных поверхностей существенно снизили крутящий момент, необходимый для управления арматурой.

7. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ АРМАТУРЫ

В процессе изготовления арматуры могут иметь место дефекты материала деталей или погрешности обработки и сборки, которые снижают прочность конструкции или ухудшают эксплуатационные качества изделия. Аналогичные дефекты может иметь арматура, прошедшая ремонт. Для выявления этих дефектов и последующей их ликвидации после изготовления и ремонта арматура должна проходить гидравлические испытания на прочность и герметичность затвора и сальниковых уплотнений.

При гидравлических испытаниях **на прочность** проверяется непроницаемость металла и сварных соединений.

При гидравлических испытаниях **на герметичность** проверяется непроницаемость затвора, сальниковых и прокладочных уплотнений.

Детали арматуры, изготавливаемые из отливок, могут иметь песчаные и газовые раковины, пористость металла, трещины, разностенность, остаточные внутренние напряжения. Опыт показывает, что многие скрытые дефекты литых деталей корпусов выявляются после длительной эксплуатации арматуры. В сварных соединениях возможны непровары, трещины, пористость, растрескивание околошовной зоны.

Указанные дефекты могут быть выявлены в процессе гидроиспытаний на прочность.

Испытания на прочность проводятся пробным давлением, установленным ГОСТ 356-80 [1]. Оно должно в 1,5 раза превышать условное давление. Многие предприятия задают область применения выпускаемой арматуры не через условное давление, а через рабочие параметры: давление и температуру. В этом случае для определения значения пробного давления надо по таблицам ГОСТ 356-80 [1] по заданным $p_р$ и $t_р$ определить значение условного давления, а по нему — значение пробного.

Испытания проводятся водой при нормальной температуре (+5 ÷ +20°С), а наличие или отсутствие протечек выявля-

ется внешним осмотром испытуемого изделия, падением давления в замкнутом объеме или с помощью специальных приборов. Продолжительность устанавливается соответствующими документами (техническими условиями, стандартами). Она должна быть достаточной для осмотра и оценки годности изделия: для арматуры с условным проходом менее 50 мм — 1—3 мин, 50 мм и выше — 3—5 мин. Для ответственной арматуры больших проходов выдержка под давлением должна быть не менее 10 мин. Арматура считается выдержавшей испытания на прочность и плотность основного металла и сварных соединений, если не будет обнаружен пропуск воды и отпотевание поверхности деталей. Для лучшего выявления протечек через литые корпусные детали в процессе гидроиспытаний их рекомендуется простукивать медным или свинцовым молотком массой 0,8—1,0 кг.

Детали, в которых были выявлены течи, после исправления заваркой должны быть подвергнуты повторному испытанию на прочность.

Испытания арматуры на герметичность проводятся для проверки качества притирки уплотнительных поверхностей деталей затвора. Одновременно контролируется качество сборки разъемных соединений: сальниковых уплотнений штока (шпинделя) и корпуса с крышкой и прокладочных уплотнений фланцевых соединений. Испытания проводятся давлением, равным 1,25 рабочего.

В процессе испытания на герметичность затвора запорной арматуры (задвижек, запорных клапанов) производится двукратный подъем и опускание затвора. Уплотнительные поверхности перед испытанием должны быть обезжирены. Герметичность контролируется после закрытия арматуры нормальным усилием одного человека. Задвижки с условным проходом свыше 150 мм допускается закрывать усилием двух человек. Электроприводную арматуру при гидроиспытаниях рекомендуется закрывать электроприводом, настроенным на отключение при превышении уставки токового реле или муфты ограничения крутящего момента, установленной для испытываемого изделия.

Допустимые протечки среды через затвор запорной арматуры определяются классом герметичности изделия, определяемым его функциональным назначением. Нормы герметичности запорной арматуры в настоящее время определяются ГОСТ 9544-93 [15], согласно которому установлены четыре класса герметичности. Максимально допустимые протечки для каждого класса при испытаниях водой приведены ниже.

Классы герметичности

A	B	C	D
Нет видимых протечек	0,0006 $см^3$/мин × D_y	0,0018 $см^3$/мин × D_y	0,006 $см^3$/мин × D_y

При определении допустимой протечки номинальный условный диаметр D_y принимается в миллиметрах. Погрешность измерения протечек не должна превышать ± 0,01 $см^3$/мин — для протечек ≤ 0,1 $см^3$/мин и ±5% — для протечек более 0,1 $см^3$/ мин.

Длительное время допустимые протечки среды через затворы запорной арматуры регламентировались ГОСТ 9574-75, в котором были установлены 3 класса герметичности: первый, второй и третий. В технических условиях большинства заводов-изготовителей класс герметичности изделия указан по ГОСТ 9544-75. Нормы протечек по ГОСТ 9544-75 и ГОСТ 9544-93 различаются между собой. Для возможности сопоставления протечек по обоим ГОСТ в табл. 9 приведены данные о допустимых протечках, установленных ГОСТ 9544-75, и протечках, рассчитанных для арматуры различных проходов по ГОСТ 9544-93.

Таблица 9

Допустимые протечки среды через запорную арматуру по ГОСТ 9544-75 и ГОСТ 9544-93

Условный проход D_y, мм	Допустимые протечки, $см^3$/мин				
	по ГОСТ 9544-75		по ГОСТ 9544-93		
	1-й класс	2-й класс	Класс B	Класс C	Класс D
10	0,01	0,01	0,006	0,08	–
20	0,01	0,01	0,012	0,036	–
50	0,02	0,05	0,03	0,09	–
65	0,03	0,08	0,039	0,117	–
80	0,04	0,10	0,048	0,144	–
100	0,16	0,5	0,06	0,18	0,36
150	0,3	0,9	0,09	0,27	0,54
200	0,45	1,3	0,12	0,36	0,76
250	0,65	2,0	0,15	0,45	0,90
300	0,8	2,5	0,18	0,54	1,08
400	1,3	4,0	0,24	0,72	1,54
500	1,7	5,0	0,3	0,90	3,00
600	2,4	7,0	0,36	0,108	9,6
700	–	–	0,42	0,126	4,2
800	3,5	10	0,48	0,144	4,8

Испытания на герметичность регулирующей арматуры проводятся в том случае, если она должна выполнять запорные функции и если с заказчиком согласовано конкретное значение допустимых протечек.

Допустимые протечки обратных клапанов (табл. 10) определяются ТУ 26-07-1162-77.

Таблица 10

Допустимые протечки обратных клапанов

Условный проход D_y, мм	Допустимые протечки воды, $см^3$/мин
25–65	1
100	3
200	7
300–400	12
600	20

Во время испытаний проверяется легкость движения подвижных частей. Каждая единица арматуры, прошедшая испытание, регистрируется в ремонтном журнале.

8. ПРАВИЛА УСТАНОВКИ АРМАТУРЫ НА ТРУБОПРОВОДАХ

Для надежной работы арматуры важное значение имеет ее правильный монтаж на трубопроводах. Во многих случаях заводы-изготовители предусматривают перемещение рабочей среды через арматуру в одном направлении. Неучет этого требования может привести к негерметичности запорной арматуры, к большому нерегулируемому расходу в регулирующей арматуре и даже к полному отказу функционирования обратной арматуры. В табл. 11 приведены правила установки арматуры на трубопроводах, которые должны соблюдаться при ее установке на рабочее место после капитального ремонта.

Таблица 11

Правила установки арматуры на трубопроводах

Арматура	Условный проход D_y, мм	Правила установки на трубопроводе
Запорная		
Клапан запорный (вентиль) для воды и пара	10–20 50	Подача среды допускается с любой стороны; вентиль устанавливается при любом положении шпинделя как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов
	100 150	Подача среды возможна только на тарелку; вентиль устанавливается при любом положении шпинделя как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов
Задвижка запорная для воды и пара	100–450	Подача среды допускается с любой стороны. В зависимости от рода привода допускается следующая установка задвижек: а) при оснащении задвижки маховиком – как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов с любым положением шпинделя б) при оснащении задвижки приводной головкой с коническим редуктором – на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов с горизонтальным положением шпинделя в) при оснащении задвижки приводной головкой с цилиндрическим редуктором – на горизонтальных участках трубопроводов с положением шпинделя вверх
Обратная		
Клапаны обратные вертикальные	175–250	Направление потока среды – под тарелку. Клапаны устанавливаются на напорном патрубке питательных насосов, присоединяются к насосу с помощью фланца, а к трубопроводу путем сварки
Клапаны обратные горизонтальные	20–250	Направление потока среды – под тарелку. Клапаны устанавливаются на горизонтальных участках трубопроводов крышкой вверх
Регулирующая		
Клапаны (вентили) регулирующие, игольчатые, проходные с ручным приводом	10–50	Подача среды – под иглу (снизу вверх). Вентили устанавливаются при любом положении шпинделя как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопровода

Продолжение таблицы 11

Арматура	Условный проход D_y, мм	Правила установки на трубопроводе
Клапаны регулирующие (дроссельные) с рычажным приводом (игольчатые, плунжерные, шиберные)	20; 32; 50; 65	Клапаны устанавливаются на горизонтальных участках трубопровода
Клапаны регулирующие угловые ЧЗЭМ серий 868; 870; 1092; 1098; 1102; 1192; 1194; 1196	20; 40; 50; 65	Клапаны устанавливаются в соответствии с нанесенной на корпус стрелкой с подачей среды через горизонтальный патрубок
Клапаны регулирующие (дроссельные) шиберные	100–350	Клапаны устанавливаются на горизонтальных участках трубопроводов шпинделем вверх в соответствии с нанесенной на корпус стрелкой подачей среды на шибер
Клапаны регулирующие поворотно-дисковые	100–250	Клапаны устанавливаются на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов с вертикальным или горизонтальным положением шпинделя с подачей среды на золотник в соответствии с нанесенной на корпус стрелкой
Импульсно-предохранительные устройства свежего пара котлов		
Главные клапаны (ГПК)	125; 175/95; 200/250; 250/300; 250/200; 125/200; 150/150	Клапаны привариваются к штуцеру коллектора или паропровода строго вертикально. Отклонение оси штока от вертикали допускается не более 0,2 мм на 100 мм высоты. Для восприятия реактивных усилий, возникающих при срабатывании ИПУ, имеющимися в конструкции изделия лапами клапан крепится к опоре. Надежно должны быть закреплены и выхлопные трубопроводы. Из нижней точки выхлопных трубопроводов должен быть организован постоянный дренаж
Импульсные клапаны (ИК)	20	Клапаны, смонтированные на специальном каркасе, должны устанавливаться на площадках, удобных для обслуживания и защищенных от попадания пыли и влаги.

Окончание таблицы 11

Арматура	Условный проход D_y, мм	Правила установки на трубопроводе
		На каркасе клапан должен быть установлен так, чтобы шток был перпендикулярен в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Рычаг ИК с подвешенным на нем грузом и сердечником электромагнита не должен иметь перекосов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При отборе импульсов на ИК и ЭКМ из того же элемента, на котором установлены ГПК, места отборов импульсов должны находиться на таком расстоянии от ГПК, чтобы при его срабатывании возмущение парового потока не сказывалось на работе ИК и ЭКМ (не менее 2 м)
Импульсно-предохранительные устройства промперегрева котлов, РОУ и БРОУ		
Главный клапан	250/400	Устанавливается на отводах паропроводов котлов или паропроводах редуцированного и охлажденного пара РОУ и БРОУ до выходной запорной задвижки в горизонтальном положении штоком вверх с подачей среды через патрубок D_y 250 мм
Импульсный клапан	25×1	Устанавливается на отводах паропроводов промперегрева, редуцированного и охлажденного пара РОУ и БРОУ в положении штоком вверх с подачей среды снизу под тарелку. Расстояние между штуцерами ИК и ГПК должно быть не менее 500 мм. Длина соединительной линии между ГПК и ИК не должна превышать 2,5 м

Приложение

СТАНКИ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ РЕМОНТА АРМАТУРЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ К ВНЕДРЕНИЮ НА ТЭС

№ п.п.	Приспособление, станок, механизм	Обозначение	Разработчик
1.	Станок для притирки вентилей D_y 15–25 мм	А. 660.00.00	Свердловэнергоремонт
2.	Станок притирочный двухшпиндельный	Т-06-15-00-00-СБ	ЦКБ Главэнергоремонта
3.	Приспособление для проточки гребенчатых прокладок	ТО-424	
4.	Ротационная накатка для чистовой обработки уплотнительных поверхностей деталей арматуры (тарелок, шиберов)	РК 2	
5.	Приспособление для шлифовки седел вентилей D_y 20 мм	ГМ 068.00.00.В0	Каунасэнергоремонт
6.	Приспособление для шлифовки седел вентилей D_y 10 мм	ГМ-068 АВО	
7.	Приспособление для шлифовки седел задвижек D_y 100–175 мм	ГМ-039 ВО	
8.	Приспособление для шлифовки седел задвижек D_y 225–350 мм	ГМ-039 А	
9.	Пневматическое приспособление для шлифовки уплотнительных поверхностей в корпусах задвижек D_y 150–450 мм без вырезки из трубопровода	ТО-402	ЦКБ Главэнергоремонта
10.	Приспособление для шлифовки уплотнительных разъемов арматуры и клапанов промперегрева	Т-3001-4	Сибремэнерго
11.	Хонинговальная головка для шлифовки седел регулирующих клапанов D_y 90; 125; 130 мм	ПР 250.00.000.СБ	Дальэнергоремонт
12.	Приспособление для расточки уплотнительных разъемов предохранительных клапанов промперегрева	–	Сибэнергоремонт
13.	Гидравлический осадитель крышек арматуры D_y 100–175 мм	РК-49	ЦКБ Главэнергоремонта

Продолжение приложения

№ п.п.	Приспособление, станок, механизм	Обозначение	Разработчик
14.	Установка для электродуговой наплавки уплотнительных поверхностей деталей и узлов трубопроводной арматуры	УН-1; УН-2; УН-3	Пензенское конструкторско-технологическое бюро арматуростроения
15.	Установка для механизированной плазменной наплавки порошковыми материалами деталей типа клиньев и дисков задвижек D_y 400 мм	УН-5	
16.	Установка для электродуговой наплавки штоков и шпинделей арматуры	УН-6	
17.	Установка наплавочная двух позиционная для наплавки дисков, клиньев, золотников и других деталей	УН-7	
18.	Многопозиционная установка для наплавки корпусов задвижек и клапанов D_y 50–200 мм	УН-8	
19.	Стол с регулируемым наклоном к радиально-сверлильному станку для шлифования и притирки уплотнительных поверхностей корпусов и клиньев задвижек и корпусов вентилей	СН-1	
20.	Технологическая оснастка на сверлильный станок 2Н135 для притирки уплотнительных поверхностей корпусов задвижек и вентилей	ТОП-1; ТОП-2	
21.	Станок для притирки уплотнительных поверхностей корпусов задвижек и вентилей	СП-1; СП-2; СП-3	
22.	Переносное устройство для ремонта уплотнительных поверхностей корпусов задвижек без удаления их из трубопровода:		
	D_y 100–150 мм	ПУР-1	
	D_y 200–300 мм	ПУР-2	
	D_y 400–500 мм	ПУР-3	
	D_y 600–800 мм	ПУР-4	

Окончание приложения

№ п.п.	Приспособление, станок, механизм	Обозначение	Разработчик
23.	Стенд для гидроиспытаний бесфланцевых задвижек D_y 100–300 мм	СИ-1	
24.	Стенд для гидроиспытаний бесфланцевых задвижек D_y 300–600 мм	СИ-3	
25.	Стенд для гидроиспытаний арматуры (задвижки, клапаны)	СИ-5; СИ-6	
26.	Стенд для гидроиспытаний задвижек D_y 50–300 мм	СИ-6	
27.	Станки переносные для обработки уплотнительных поверхностей корпусов задвижек:		Научно-производственное объединение «ГАКС-АРМСЕРВИС»
	D_y 200–400 мм	ГАКС-СПК-1	
	D_y 500–600 мм	ГАКС-СПК-2	
28.	Станки переносные токарные для обработки точением уплотнительных поверхностей затворов и фланцев корпусов запорной арматуры:		
	D_y 200–300 мм	ГАКС-СПТ-1	
	D_y 300–500 мм	ГАКС-СПТ-2	

Список использованной литературы

1. ГОСТ 356-80. Арматура и детали трубопроводов. Давления условные пробные и рабочие. Ряды.
2. ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия.
3. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия.
4. ГОСТ 1759.0-87. Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия.
5. ГОСТ 1759.1-82. Болты, винты, шпильки, гайки и шурупы. Допуски. Методы контроля размеров и отклонений формы и расположения поверхностей.
6. ГОСТ 1759.2-82. Болты, винты и шпильки. Дефекты поверхности и методы контроля.
7. ГОСТ 1759.3-83. Гайки. Дефекты поверхности и методы контроля.
8. ГОСТ 1759.4-87. Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний.
9. ГОСТ 1759.5-87. Гайки. Механические свойства и методы испытаний.
10. ГОСТ 4543-71. Сталь легированная конструкционная. Технические условия.
11. ГОСТ 5152-84. Набивки сальниковые. Технические условия.
12. ГОСТ 5632-72. Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие и жаропрочные. Марки и технические требования.

13. ГОСТ 5949-75. Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические требования.
14. ГОСТ 8724-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги.
15. ГОСТ 9544-93. Арматура трубопроводная запорная. Нормы герметичности затворов.
16. ГОСТ 9562-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная однозаходная. Допуски.
17. ГОСТ 10051-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.
18. ГОСТ 10702-78. Прокат из качественной конструкционной углеродистой и легированной стали для холодного выдавливания и высадки. Технические условия.
19. ГОСТ 16093-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором.
20. ГОСТ 18968-73. Прутки и полосы из коррозионно-стойкой и жаропрочной стали для лопаток паровых турбин.
21. ГОСТ 20072-74. Сталь теплоустойчивая. Технические условия.
22. ГОСТ 20074-83. Электрооборудование и электроустановки. Метод измерения характеристик частичных разрядов.
23. ГОСТ 20700-75. Болты, шпильки, гайки и шайбы для фланцевых и анкерных соединений, пробки и хомуты с температурой среды от 0 до 650°С. Технические условия.
24. ГОСТ 21448-75. Порошки из сплавов для наплавки. Технические условия.
25. ГОСТ 21449-75. Прутки для наплавки. Технические условия.
26. ГОСТ 24705-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры.

27. ГОСТ 25706-83. Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования.
28. РДПр 34-38-030-92. Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования зданий и сооружений электростанций и сетей. — М.: 1994.
29. РД 2730.300-06-98. Арматура атомных и тепловых электростанций. Наплавка уплотнительных поверхностей. Технические требования.
30. РД 2730.940.102-93. Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды. Сварные соединения. Контроль качества.
31. РД 2730.940.103-92. Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды. Сварные соединения. Общие требования.
32. Инструкция по ремонту пароводяной арматуры высокого и среднего давлений. — М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1974.
33. Сварка, термообработка и контроль при ремонте сварных соединений трубных систем котлов и паропроводов в период эксплуатации: РД 34.17.310-96.- М.: НПО ОБТ, 1997.
34. Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций (РТМ-1с-93): РД 34.15.027-93.- М.: НПО ОБТ, 1994.
35. АНТИКАЙН П.А., ЗЫКОВ А.К. Эксплуатация объектов котлонадзора. Справочник.- М.: Металлургия, 1985.
36. ДОЛЖАНСКИЙ П.Р. Контроль надежности металла объектов котлонадзора.- М.: Недра, 1985.
37. ЗАКС И.А. Электроды для дуговой сварки сталей и никелевых сплавов. Справочное пособие.- С.-Петербург: WELCOME, 1996.
38. ИМБРИЦКИЙ М.И. Ремонт арматуры мощных энергетических блоков.- М.: Энергия, 1978.
39. КИЖНЕР А.Х., КОРЗУН И.И. Ремонт пароводяной арматуры энергетических блоков.- М.: Энергия, 1976.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
1. Материалы деталей арматуры 4
1.1. Корпусные детали (корпус, крышка) 5
1.2. Штоки (шпиндели) 7
1.3. Детали затвора (тарелки, седла) и регулирующего органа 9
1.4. Крепежные изделия 16
1.5. Резьбовые пары 18
1.6. Сальниковые уплотнения 18
2. Организация ремонта и технического обслуживания арматуры на ТЭС 23
3. Технические требования к специализированной мастерской для ремонта арматуры 29
4. Разборка и дефектация деталей и узлов арматуры 30
4.1. Мероприятия по охране труда при работах по разборке арматуры 30
4.2. Демонтаж и разборка арматуры 32
4.3. Очистка и промывка деталей перед дефектацией 34
4.4. Методы выявления дефектов 35
4.5. Составление ведомости дефектов 38
5. Общие технические требования к капитальному ремонту арматуры 39
5.1. Организация капитального ремонта 39
5.2. Способы устранения дефектов отдельных деталей 41
5.3. Требования к деталям, поступающим на сборку 43
6. Технологические операции ремонта арматуры 44
6.1. Притирка 44
6.2. Повышение качества уплотнительных поверхностей методом пластической деформации 47
6.3. Упрочнение химическим никелированием 50

6.4. Упрочнение азотированием 50
6.5. Применение электроэрозионного синтеза для упрочнения деталей 51
7. Гидравлические испытания арматуры 53
8. Правила установки арматуры на трубопроводах 57
Приложение. Станки, приспособления и механизмы для ремонта арматуры, рекомендуемые к внедрению на ТЭС 61
Список использованной литературы 64

Подписано к печати 12.10.2000 Формат 60 × 84 1/16
Печать ризография Усл.печ.л. 4,1 Уч.-изд. л. 4,2 Тираж 400 экз.
Заказ № 245 Издат. № 00-145

Лицензия № 040998 от 27.08.99 г.

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

gost.e-ecolog.ru