Библиотека СОК

А.Х.Кижнер

РЕМОНТ трубопроводной арматуры электростанций

Одобрено Ученым советом
Государственного комитета СССР
по профессионально-техническому образованию
в качестве учебного пособия
для профессионального обучения
рабочих на производстве



МОСКВА
“ВЫСШАЯ ШКОЛА”
1986

ББК 31.278
К 38
УДК 621.311

Р е ц е н з е н т ы: инж. М.И.Имбрицкий (“Союзтехэнерго”),
инж. А.И.Махрасенков (“Мосэнергоремонт”)

Кижнер А.Х.

К 38 Ремонт трубопроводной арматуры электростанций: Учеб. пособие для проф. обучения рабочих на производстве. — М.: Высш. школа, 1986. — 144 с., ил.

В книге содержатся технические данные трубопроводной арматуры тепловых электростанций, приведены различные конструкции арматуры и ее конструктивные и эксплуатационные параметры, характерные неисправности арматуры, электроприводов и способы их устранения, краткие сведения о допусках, посадках и технических измерениях, вопросы организации труда и техники безопасности. Даны материалы, применяемые при ремонте, большое внимание уделено организации и технологии ремонта арматуры, описаны станки и приспособления, способствующие повышению качества и сокращению сроков ремонта.

К $\frac{2303020100-187}{052(01)-86}$ 34–86 **ББК 31.278 6П2.11**

Кижнер Аркадий Хаймович

РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Зав редакцией *С.В.Никитина*. Редактор *М.И.Сорокина.* Мл. редакторы *Г.П.Каневская, Л.Н.Щелкова*. Художник *В.М.Боровков*. Художественный редактор *Е.Д.Косырева*. Технический редактор *Ю.А.Хорева*. Корректор *Л.А.Исаева*. Оператор *О.М.Кузьмина*

ИБ № 5599

Изд. № ЭГ-114. Сдано в набор 20.12.85. Подп. в печать 04.03.86. Т-05954. Формат 60×84$^{1}/_{16}$. Бум. офс. № 1. Гарнитура Универс. Печать офсетная. Объем 8,37 усл. печ. л. 8,6 усл. кр.-отт. 9,54 уч. изд. л. Тираж 9000 экз. Зак. 5139 Цена 20 коп.
Издательство "Высшая школа", 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.
Набрано на наборно-пишущих машинах издательства.
Отпечатано в Ордена Октябрьской Революции и Ордена Трудового Красного Знамени МПО “Первая Образцовая типография” имени А.А.Жданова Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 113054, Москва, Валовая, 28.

© Издательство “Высшая школа”, 1986

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 4

Г л а в а I. **Классификация и конструкция трубопроводной арматуры 5**

§ 1. Классификация трубопроводной арматуры (5) § 2. Конструктивные особенности трубопроводной арматуры (7)

Г л а в а II. **Основные эксплуатационные параметры арматуры 29**

§ 3. Условное, рабочее и пробное давления (29) § 4. Условные диаметры проходов (30) § 5. Условные обозначения трубопроводной арматуры (30)

Глава III. **Отказы в конструкциях трубопроводной арматуры 31**

§ 6. Причины отказов арматуры (31) § 7. Виды отказов (32)

Г л а в а IV. **Технические требования к поставке, установке и эксплуатации трубопроводной арматуры 36**

§ 8. Объем поставок и отчетная документация (36) § 9. Разгрузка, приемка, транспортирование, складирование и хранение арматуры (37) § 10. Технические требования к установке и эксплуатации арматуры (38) § 11. Установка энергетической арматуры (40) § 12. Установка общепромышленной арматуры (43)

Г л а в а V. **Организация работ по ремонту трубопроводной арматуры 46**

§ 13. Ремонт арматуры без вырезки из трубопровода (46) § 14. Ремонт арматуры с вырезкой из трубопровода (48)

Г л а в а VI. **Станки и приспособления для ремонта арматуры 51**

§ 15. Станки и приспособления для ремонта арматуры в цехе (на участке) (51) § 16. Приспособления для ремонта арматуры на месте установки (62)

Г л а в а VII. **Специальные материалы, применяемые для ремонта трубопроводной арматуры 67**

§ 17. Стали и сплавы (67) § 18. Сальниковые уплотнения (набивка) (76) § 19. Крепежные детали (77) § 20. Смазочные материалы (78)

Г л а в а VIII. **Допуски, посадки и технические измерения 78**

§ 21. Основные понятия и определения по допускам и посадкам (78) § 22. Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений (82) § 23. Точность формы деталей (85) § 24. Шероховатость поверхностей (89) § 25. Технические измерения (91)

Г л а в а IX. **Технология ремонта трубопроводной арматуры 99**

§ 26. Демонтаж, разборка и дефектация арматуры (99) § 27. Ремонт корпусных деталей (103) § 28. Ремонт составных частей (106) § 29. Ремонт сальниковых уплотнений (107) § 30. Наплавка уплотнительных поверхностей деталей арматуры (108) § 31. Упрочнение деталей (116) § 32. Притирка и доводка уплотнительных поверхностей (119) § 33. Сборка и гидравлические испытания арматуры и электроприводов (129) § 34. Испытание и наладка арматуры (133)

Г л а в а X. **Техника безопасности 139**

Приложения (142) Рекомендуемая литература (144)

ПРЕДИСЛОВИЕ

В ряде отраслей промышленности, в первую очередь в энергетической, применяют трубопроводную арматуру для установок и трубопроводов, работающих в различных средах и экстремальных условиях: при давлениях от тысяч атмосфер до глубокого вакуума, как при очень высоких, так и очень низких температурах. В связи с этим современное арматуростроение развилось в самостоятельную отрасль промышленности, выпускающую арматуру самого различного назначения, размеров и конструкций.

Следует отметить, что трубопроводная арматура тепловых цехов современных электростанций представляет собой один из наиболее сложных элементов оборудования. Поэтому рабочие, занятые ремонтом трубопроводной арматуры, должны знать назначение и устройство узлов и деталей, признаки износа и неисправностей, а также способы их устранения с применением наиболее прогрессивной технологии и средств механизации ремонтных работ. Им необходимо знание свойств материалов, используемых для изготовления и ремонта трубопроводной арматуры, правил техники безопасности и др.

С учетом того, что только на одном энергоблоке мощностью 1000 МВт установлено более четырех тысяч единиц арматуры, вопросы конструирования надежной в эксплуатации трубопроводной арматуры, применения специальных материалов, а также методов ревизии и ремонта приобретают очень важное значение.

В свете требований к подготовке квалифицированных рабочих и написан настоящий учебный материал, имеющий целью способствовать подготовке квалифицированных рабочих с хорошими практическими навыками и вооруженных глубокими теоретическими знаниями.

Автор

ГЛАВА I. **КЛАССИФИКАЦИЯ И КОНСТРУКЦИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ**

§ 1. Классификация трубопроводной арматуры

Трубопроводной арматурой называют устройства, монтируемые на трубопроводах, котлах, агрегатах и других установках и предназначенные для отключения, распределения, регулирования, смещения или сброса потоков сред.

В зависимости от области применения трубопроводную арматуру можно подразделить на промышленную, бытовую и лабораторную.

Промышленная арматура бывает общего назначения — для использования в различных отраслях народного хозяйства в том числе и в энергетике, и специальная — для работы в особых условиях (энергетическая для АЭС).

Арматура может быть управляемой и действующей автоматически. Управление арматурой производится вручную или с помощью привода, действующего от постороннего источника энергии (электрического, пневматического, гидравлического). Автоматически действующая арматура (обратные и предохранительные клапаны, Конденсатоотводчики, регуляторы давления, отключающие устройства и др.) срабатывает под действием сил, создаваемых давлением самой рабочей среды.

По характеру выполняемых функций арматура подразделяется на основные (запорная, регулирующая, предохранительная и разная) и дополнительные (запорно-регулирующая, распределительная, смесительная, защитная и др.) классы (табл. 1).

Таблица 1. **Классификация арматуры по назначению**

Класс арматуры	Тип	Назначение
Запорная	Краны, вентили, задвижки, затворы.	Для периодического включения или отключения потока среды (жидкости, пара, газа).
Регулирующая и дросселирующая	Регулирующие вентили, регулирующие клапаны, регуляторы питания, перелива и уровня.	Для изменения и поддержания в трубопроводе или резервуаре параметров среды и ее расхода.
	Дроссельные вентили и клапаны, дросселирующие устройства, охладители пара, конденсатоотводчики.	
Предохранительная	Клапаны импульсные, предохранительные, аварийные и обратные.	Для зашиты резервуара или трубопровода, находящегося под избыточным давлением, от чрезмерного повышения давления, а так же для предотвращения обратного потока среды.
Контрольная	Водоуказательные приборы	Для контроля наличия и уровня среды.
	Конденсационные горшки.	Для автоматического удаления конденсата (воды) из паропроводов.
Защитная	Клапаны впускные, обратные, автоматические.	Для аварийного отключения подогревателей высокого давления.

В зависимости от направления потока среды арматуру подразделяют на проходную и угловую. В проходной арматуре (в отличие от угловой) поток не меняет направления движе-

ния на выходе. Проходная арматура обычно устанавливается на прямолинейных участках трубопровода, угловая — в местах его поворота.

В зависимости от конструкции присоединительных патрубков арматура подразделяется на фланцевую, муфтовую, цапфовую, штуцерную и под приварку.

Специальная конструкция арматуры для АЭС отличается: отсутствием фланцев, как для соединения корпуса с крышкой, так и для присоединения корпуса арматуры к трубопроводу (это позволяет наряду с увеличением надежности соединения в условиях больших давлений и температур уменьшить массу арматуры; кроме того, исключается обтяжка гаек. что является трудоемкой операцией); простотой формы корпусов и конструкции затворов; передачей усилия шпинделя не на крышку, а непосредственно на корпус.

В зависимости от способа герметизации арматура может быть сальниковой, сильфонной, мембранной и шланговой. Трубопроводная арматура должна быть надежной в эксплуатации.

Под надежностью трубопроводной арматуры понимают ее способность выполнять требуемые функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки. Основные показатели надежности арматуры высоких и сверхвысоких параметров следующие: средний срок службы до списания — 25 лет; срок службы до первого капитального ремонта — 36 мес.

§ 2. Конструктивные особенности трубопроводной арматуры

Запорная арматура. Краны. Рабочий орган кранов — пробка, которая при повороте вокруг своей оси открывает или закрывает сквозной канал в корпус. По способу уплотнения пробки в корпусе краны подразделяются на натяжные (рис. 1, *а*) и сальниковые (рис. 1, *б*). В натяжных кранах уплотнение осуществляется подтягиванием гайки *3*, навернутой на нижний конец пробки *2*, проходящей через дно корпуса *1*. В сальниковых кранах уплотнение пробки достигается подтяжкой грундбуксой *4*. В сальниковых кранах диаметром условного прохода 40 *мм* и более в нижней части корпуса устанавливается отжимный болт *5*, который служит для облегчения извлечения пробки при разборке крана.

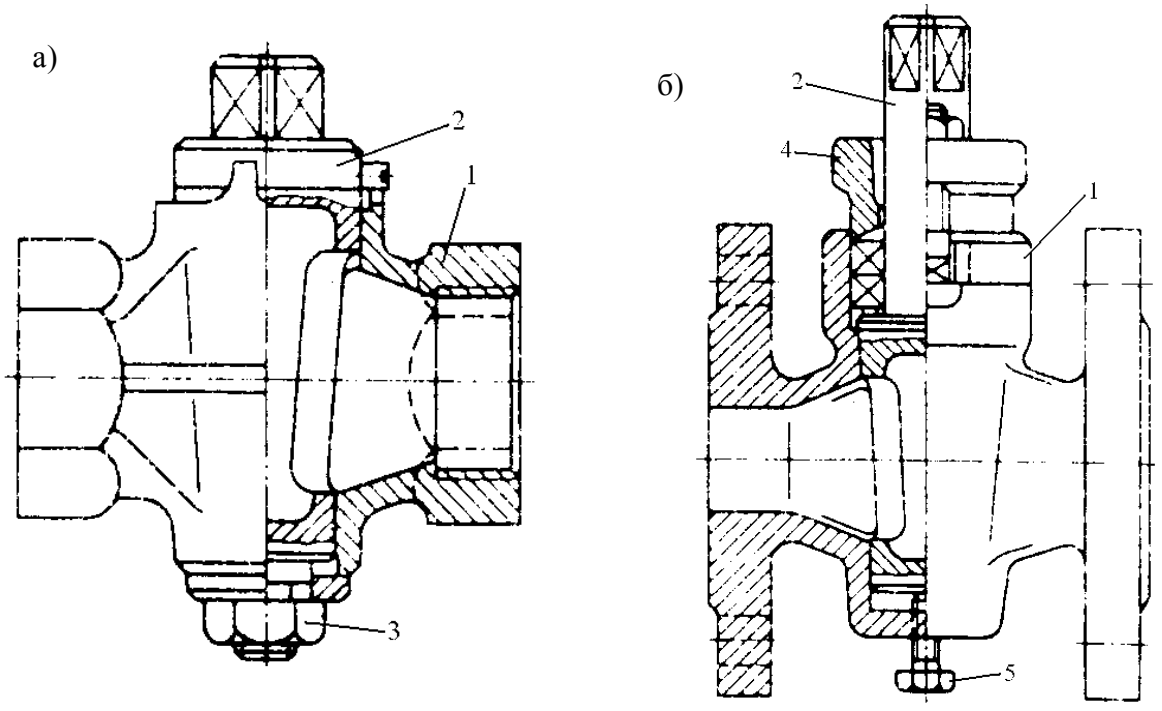


Рис. 1. Краны:

а — натяжной, *б* — сальниковый фланцевый

Вентили. По назначению вентили разделяют на запорные и регулирующие. Рабочий орган запорного проходного вентиля (рис. 2, *а*) — тарелка (золотник, клапан) *1* и шпиндель

(шток) *4*, который перемещается перпендикулярно седлу — уплотнительной поверхности в корпусе *2*. При открывании вентиля с помощью маховика *7* тарелка отрывается от седла без скольжения, благодаря чему исключается задирание уплотнительных поверхностей затвора.

В вентилях гидравлическое сопротивление выше, чем в кранах, так как потоку среды приходится менять направление. Для уменьшения гидравлического сопротивления иногда применяют прямоточные вентили (рис. 2, *б*), у которых золотник в открытом положении не мешает проходу среды.

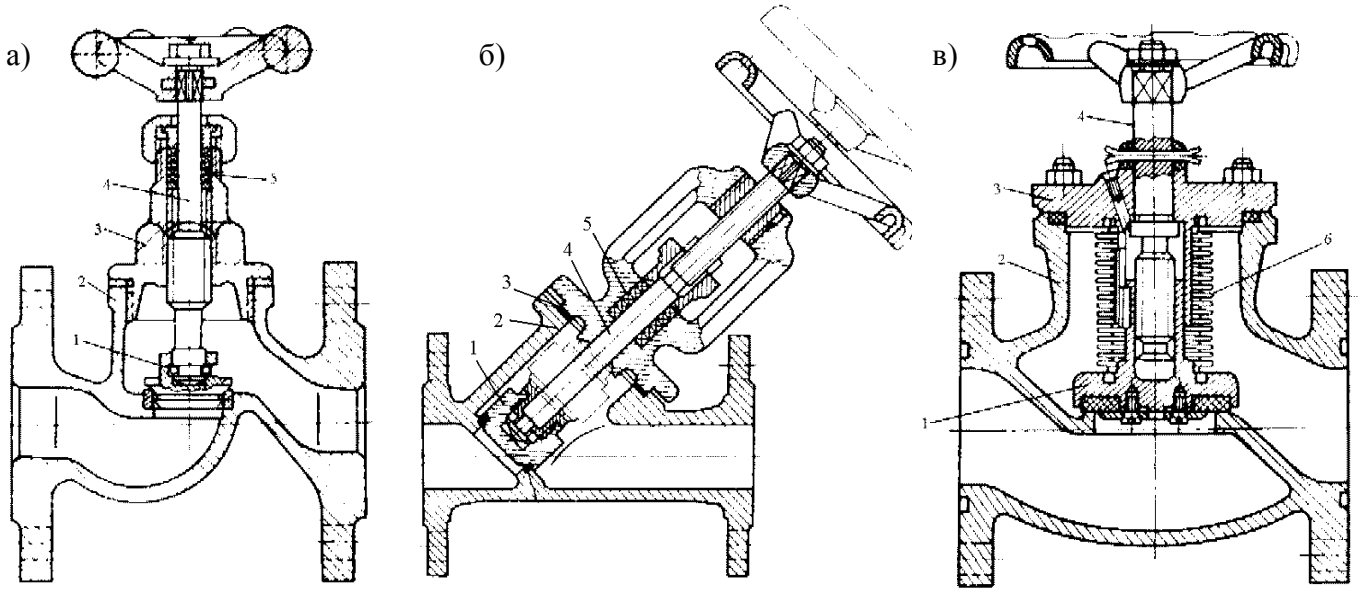


Рис. 2. Запорные вентили на низкие и средние параметры:

а — проходной, *б* — прямоточный, *в* — сильфонный; *1* — тарелка (золотник, клапан), *2* — корпус, *3* — крышка, *4* — шпиндель (шток), *5* — сальниковая набивка, *6* — сильфон

На рис. 2, *в* показан сильфонный вентиль, в котором проход среды через крышку закрывает сильфон *6*, представляющий собой гофрированную втулку. Уплотнение с помощью сильфона обеспечивает большую плотность, чем сальниковая набивка *5*, и применяется на трубопроводах, находящихся под разрежением (вакуумом), чтобы не допустить срыва вакуума из-за присоса в трубопровод наружного воздуха, или на трубопроводах с агрессивной средой, утечка которой недопустима.

Регулирующие вентили по конструкции аналогичны запорным и отличаются от них только формой тарелки, которая для обеспечения плавного регулирования количества протекающей среды большей частью выполняется в виде профилированной иглы обтекаемой формы и составляющей со шпинделем одно целое.

Для современных вентилей высоких и сверхкритических параметров среды (рис. 3) особенностью является бескрышечное исполнение — бугель *3* соединяется непосредственно с корпусом *1* с помощью резьбы. Роль тарелки выполняет торцевая часть штока *2* с наплавленной уплотнительной поверхностью, имеющей коническую форму. Шпиндель *4* сопрягается одним концом резьбы с резьбовой втулкой *5*, а другим — со штоком, узлом (хомутом) *7* соединения шпинделя со штоком. Узел сальникового уплотнения *8* штока расположен в корпусе *1*. Управление вентилем осуществляется маховиком *6*.

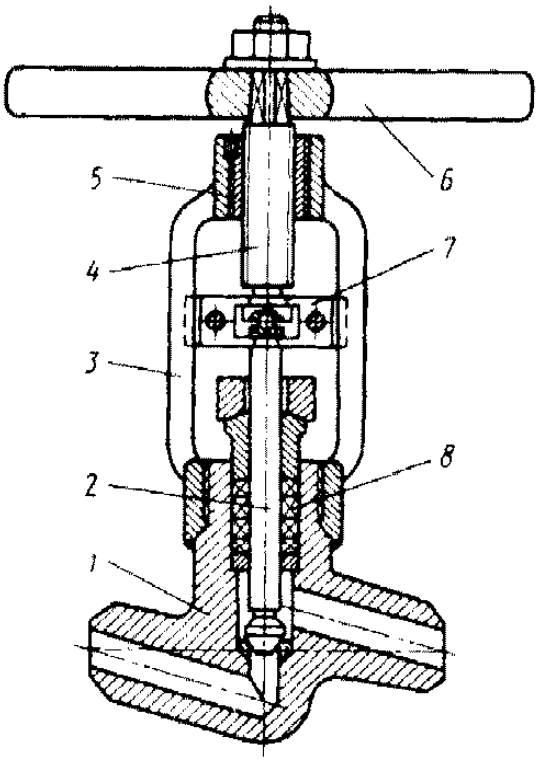


Рис. 3. Вентиль запорный на высокие м сверхкритические параметры.

На трубопроводах для подкисленной воды в цехах химводоочистки применяют диафрагмовые вентили (рис. 4). Затвором в них является резиновая диафрагма *6*. Внутренняя поверхность корпуса *1* покрыта резиной. При вращении маховика шпиндель *4* увлекает за собой клапан *3* и прикрепленную к нему резиновую диафрагму *6*, которая, выгибаясь кверху, открывает проход для среды.

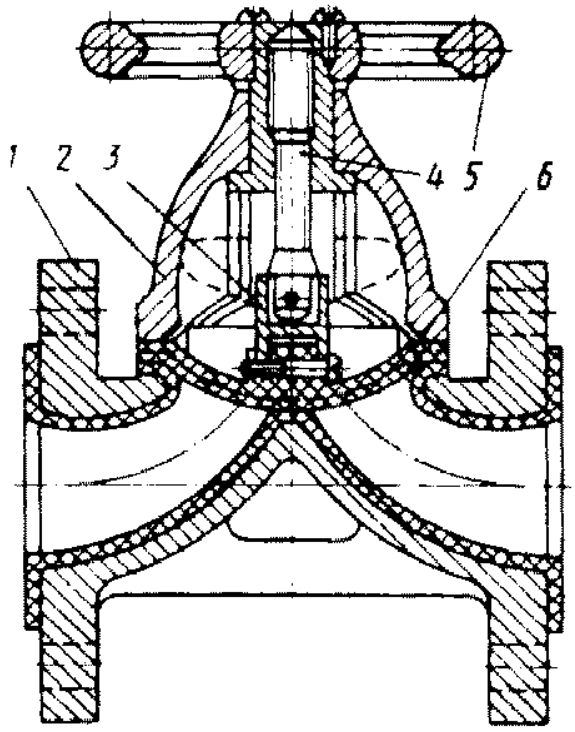


Рис. 4. Вентиль запорный диафрагмовый гуммированный:

1 — корпус, *2* — крышка, *3* — клапан, *4* — шпиндель, *5* — маховик, *6* — резиновая диафрагма

Задвижки. Задвижки по конструкции затвора подразделяются на клиновые и параллельные (шиберные). В отличие от вентилей затворы у задвижек перемещаются параллельно уплотнительным поверхностям седла.

У клиновых задвижек уплотнительные кольца в корпусе располагаются под углом друг к другу и затвор имеет форму клина, чем обеспечивается плотность прилегания затвора к седлу.

У параллельных задвижек уплотнительные кольца в корпусе параллельны и плотность прилегания достигается с помощью грибка или других устройств, прижимающих тарелки затвора к седлам в корпусе.

Клиновые и параллельные задвижки могут быть с выдвижным (рис. 5), с невыдвижным шпинделем или со шпинделем, имеющим вращательно-поступательное движение.

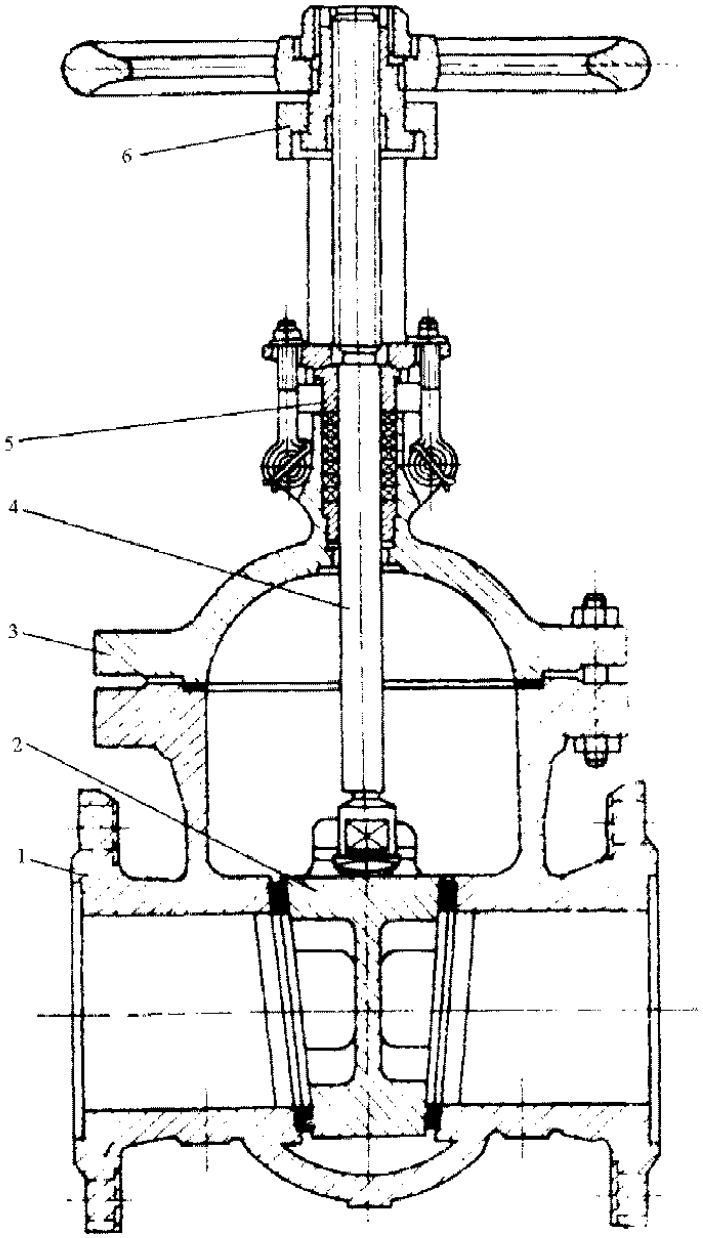


Рис. 5. Задвижка клиновая фланцевая с выдвижным шпинделем:

1 — корпус, *2* — клин (диск), *3* — крышка, *4* — шпиндель, *5* — узел уплотнения шпинделя, *6* — ходовой узел шпинделя

Наибольшее распространение получили как равнопроходные, так и с небольшим сужением в зоне седел задвижки с клиновым самоустанавливающимся двухдисковым затвором или затвором в виде эластичного клика.

Соединение корпуса с крышкой — бесфланцевое, самоуплотняющееся под давлением рабочей среды; соединение патрубков задвижки с трубопроводом — сварное.

На рис. 6 показана новая конструкция задвижки с малогабаритным затвором на высокие и сверхкритические параметры.

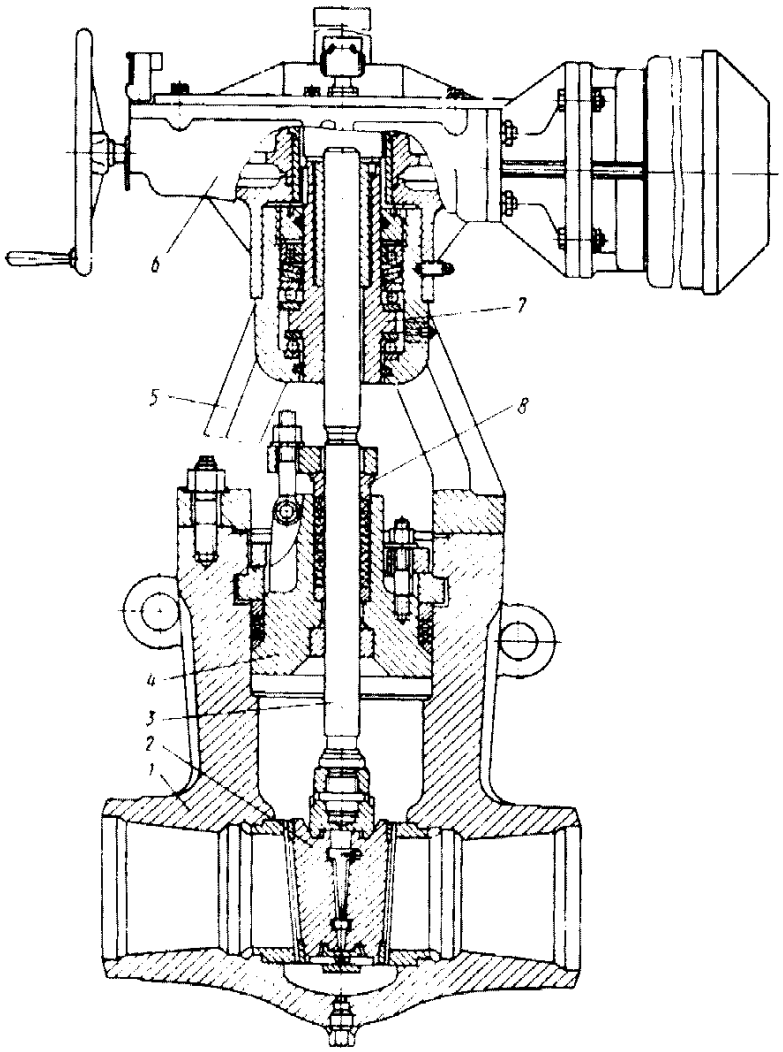


Рис. 6. Задвижка с малогабаритным затвором.

Основные узлы и детали задвижки: корпус *1* с вварными седлами: малогабаритный клиновой затвор *2*, состоящий из двух дисков, распираемых распорным кольцом, выполненным в форме клина; шпиндель *3*; плавающая крышка *4*; бугель *5*; привод *6*; ходовой узел шпинделя *7* и узел уплотнения *8*. Соединения тарелок с обоймой — байонетное, тарелки фиксируются в определенном положении с помощью двух штифтов, распираемых пружиной.

Между распорным кольцом и дисками устанавливают рифленую компенсирующую прокладку, служащую для компенсации неточности изготовления деталей затвора и установки седел корпуса: для регулирования линейных размеров затвора можно устанавливать регулирующую прокладку.

Кроме улучшении конструкции затвора изменен узел бесфланцевого соединения корпуса с бугелем. Кольцо в верхней части имеет буртик высотой 10 *мм* и диаметром, равным внутреннему диаметру корпуса. Благодаря этому усилие от внутреннего давления через плавающую крышку и сальник, консольно действующее на разъемное кольцо, воспринимается не торцевыми поверхностями паза, как было в старой конструкции, а стенками корпуса. Это позволяет увеличить зазор между торцевой поверхностью кольца и пазом корпуса до 1—1,6 *мм*.

На торцевой поверхности буртика имеется кольцевая проточка шириной 4 *мм*, позволяющая применить приспособление для извлечения сегментов разъемного кольца из паза корпуса, что повышает производительность труда при разборке арматуры.

Задвижки на давление 4 *МПа* и температуру 570°*С* выпускают с фланцевым соединением корпуса с крышкой.

Регулирующая арматура. К регулирующей арматуре относятся регулирующие вентили, регулирующие клапаны, регуляторы давления прямого действия, регуляторы уровня. Конденсатоотводчики и смесительные клапаны. Регулирующие вентили имеют ограниченное применение.

Регулирующие клапаны. Регулирующие клапаны (рис. 7, *а*, *б*) широко используются в различных системах автоматического регулирования потоков. Управление осуществляется с помощью мембранного привода при пневматической системе связи или с помощью электромоторного привода при электрической системе связи. Регулирующие клапаны могут быть двух типов: нормально открытые (НО) и нормально закрытые (НЗ).

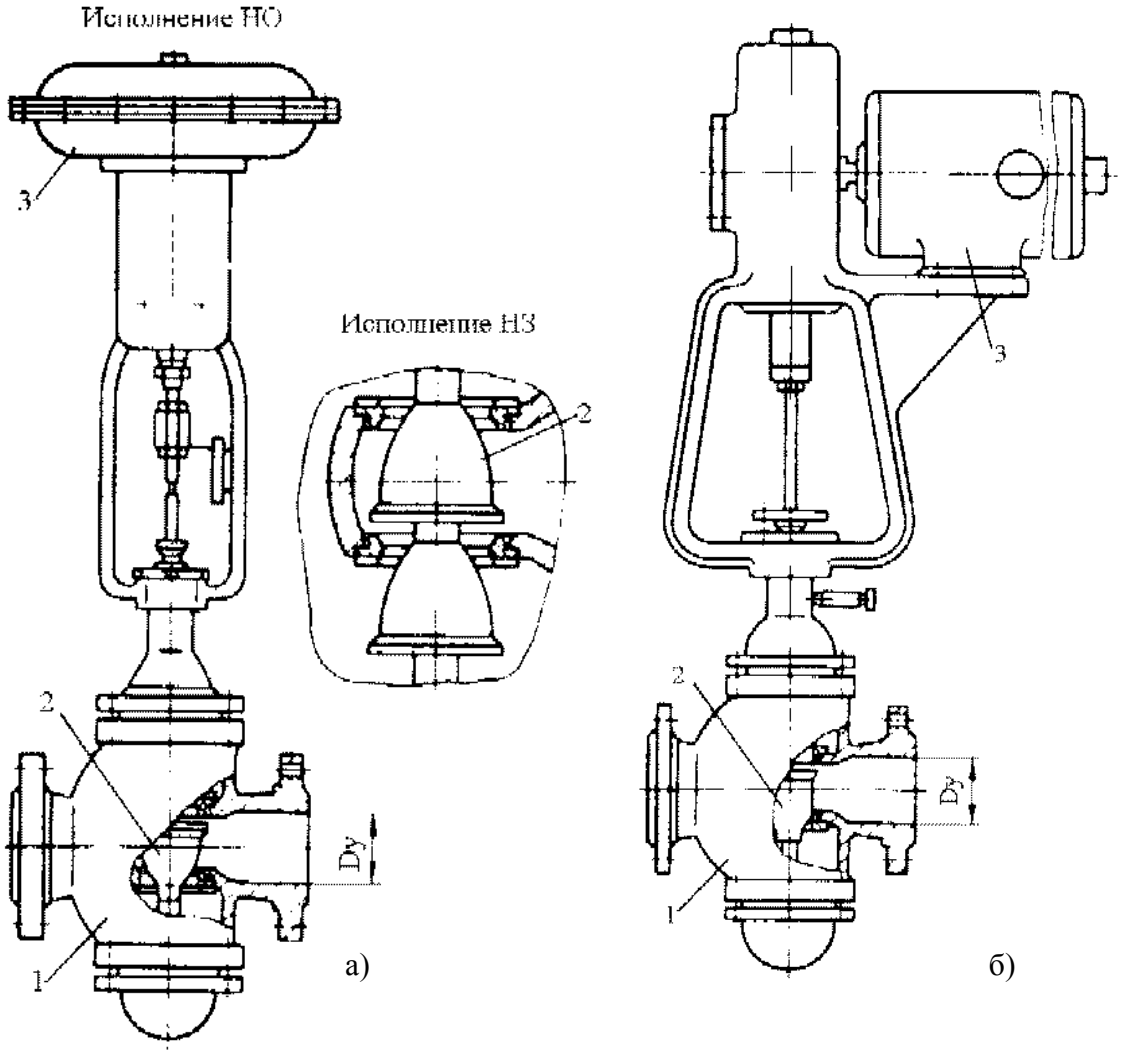


Рис. 7. Регулирующие клапаны:

а — с пневматическим мембранным исполнительным механизмом, *б* — с электрическим исполнительным механизмом; *1* — корпус, *2* — регулирующий орган (золотник), *3* — привод

В питательных узлах отечественных блоков высоких и сверхкритических параметров устанавливают регулирующие клапаны шиберного типа (рис. 8). Регулирующим органом клапана служит плоскопараллельный шибер *2*. Седло *3*, установленное в корпусе *1*, выполнено в виде перфорированной перегородки, с тем чтобы обеспечить направление потока воды параллельно оси трубопровода. Для уменьшения износа резьбовой пары втулка резьбовая—шток

перенесена в прямоходовой механизм *4*. Управление клапаном осуществляется встроенным электроприводом *5* через прямоходовой механизм. Клапан не является запорным, хотя при соответствующем состоянии уплотнительных поверхностей и при определенном перепаде давлений среды (> 1 *МПа*) протечки в закрытом состоянии (нерегулируемый расход) могут быть сведены практически к нулю. Соединение корпуса с крышкой — бесфланцевое, с опорным элементом в виде разрезного закладного кольца.

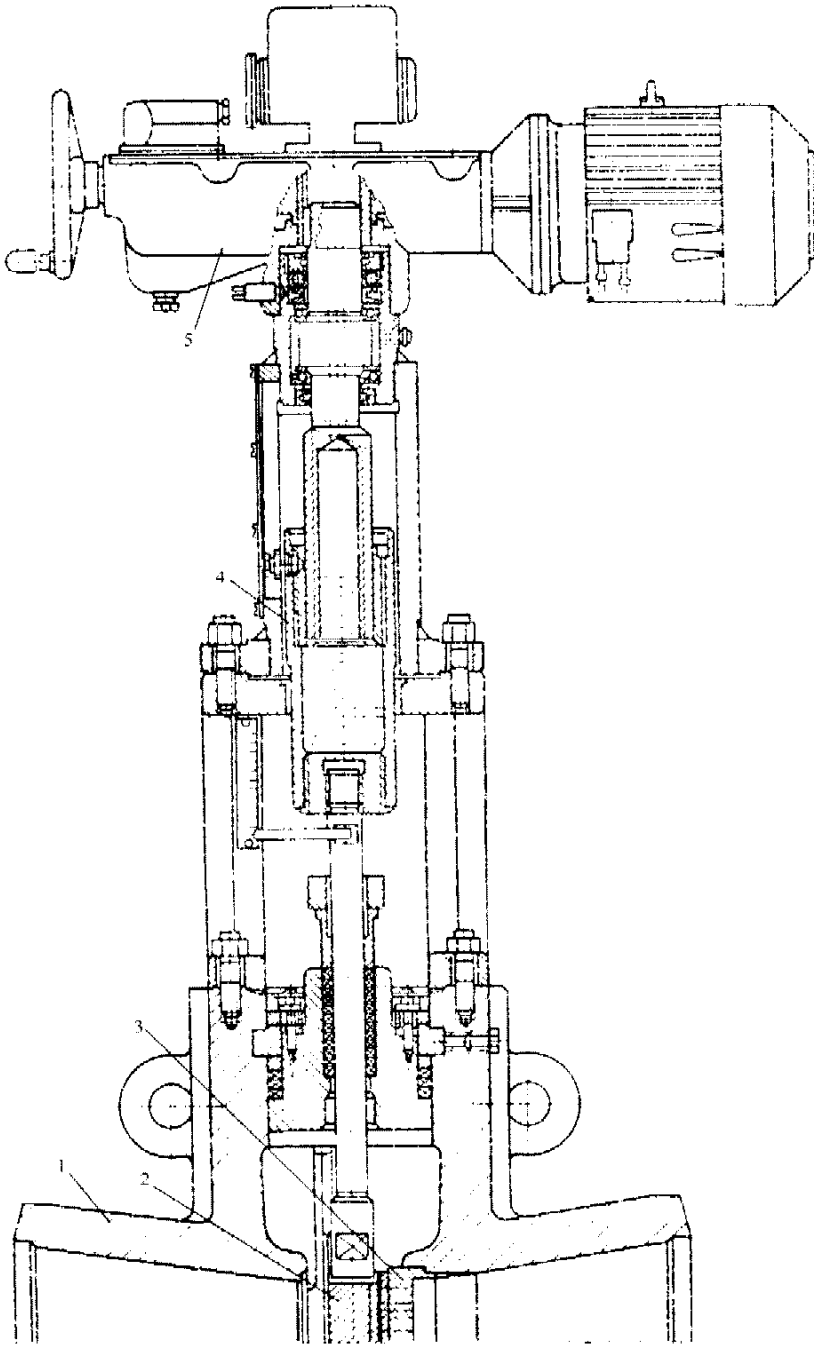


Рис. 8. Регулирующий клапан с D_y 250 *мм*.

В клапанах шиберного типа регулирующий орган — шибер (седло) в процессе эксплуатации подвергается сильному эрозионному износу. Для устранения этого важно правильно подобрать материал рабочих поверхностей. Если принять эрозионную стойкость стали 12Х18Н9Т за единицу, то относительная эрозионная стойкость поверхностей, наплавленных различными электродами, будет следующей: для электродов ЦН-6 — 0,9; ЦН-12 — 1,01; ЦН-13 — 2,75; ЦН-2 — 1,44; ЦН-3 — 0,914; ХН80С3Р — 4,5.

Вместо выпускавшихся клапанов впрыска шиберного типа в настоящее время промышленность начала выпускать серийно запорно-регулирующие клапаны игольчатого типа (рис. 9). Основными составными частями клапана являются корпус *1*, бугель *5*, шток *4*, узел перемещения штока *6*. В корпусе размещено седло *2*, имеющее наплавленную уплотнительную поверхность конусной формы. Для передачи усилия уплотнения на нижнюю набивку предусмотрена промежуточная втулка *3*.

Управляется клапан встроенным электроприводом *7*, позволяющим осуществлять как дистанционное управление клапаном, так п управление вручную (маховиком).

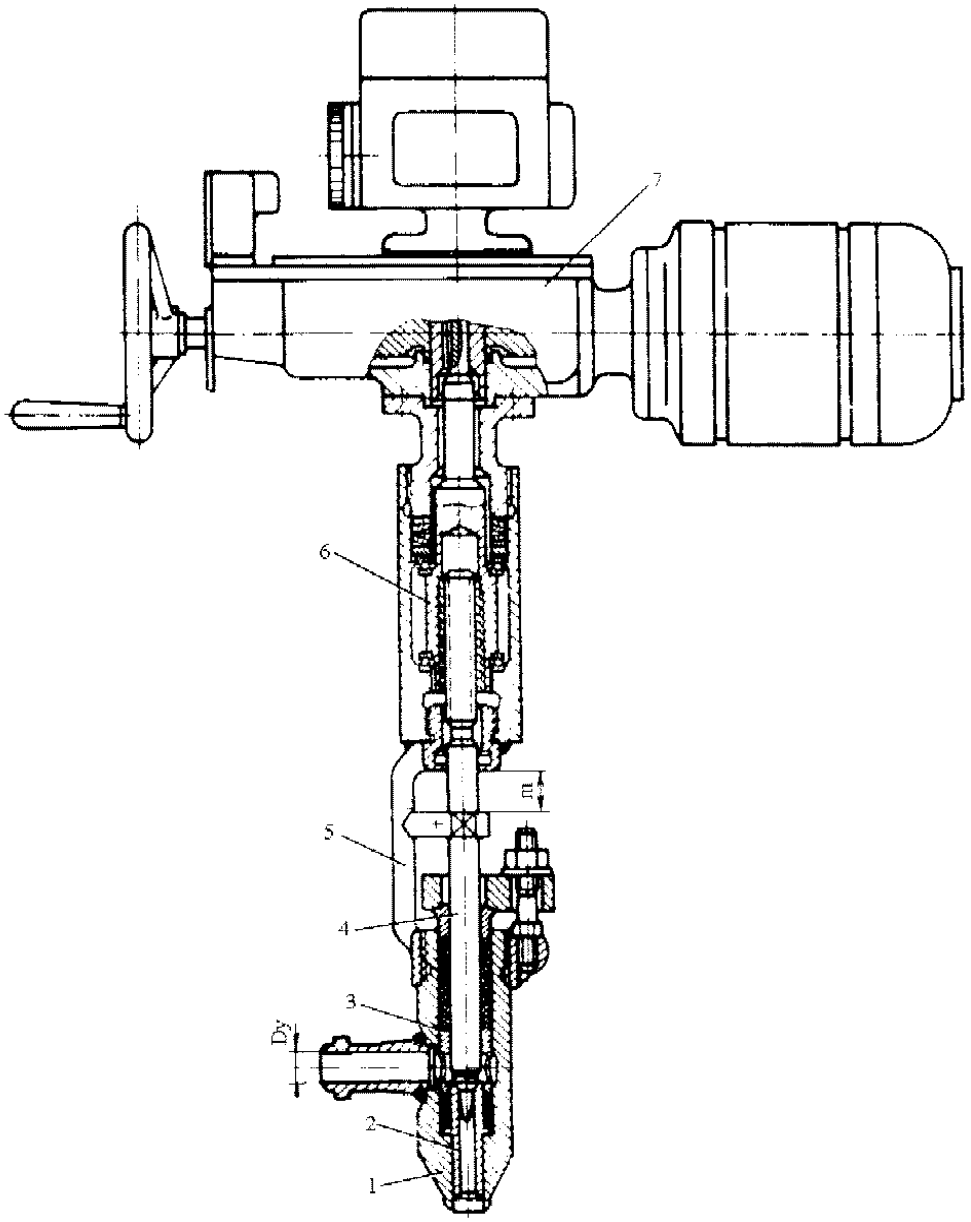


Рис. 9. Запорно-регулирующий клапан впрыска игольчатого типа $D_у$ 20 *мм* ($P_р$ = 38 *МПа*; $T_р$ = 280 *°С*).

С целью упрощения схемы впрыска охлаждающей воды в охладитель пара редукционно-охладительных установок (РОУ) выпускаются клапаны впрыска многоступенчатого (каскадного) дросселирования. Они заменяют применявшуюся ранее в схеме впрыска арматуру с клапанами постоянного расхода. В таких клапанах седла разделены на несколько секций. Максимальный перепад давлений определяется в основном двумя факторами: повышенной эрозионной стойкостью материала седла и профилированной части штока, а также гидродинамикой потока воды в самом седле. Снижение давления воды происходит не только в наиболее узком

сечении, но и в дроссельных каналах, что обеспечивает малые осевые скорости потока и предохраняет регулирующий орган от эрозионного износа.

Клапаны, управляющиеся посредством рычажной системы от электрического исполнительного механизма типа МЭО (механизм исполнительный электрический) или КДУ (колонка дистанционного управления), одновременно с дросселирующими функциями выполняют и запорные.

Регуляторы давления. Регуляторы предназначены для автоматического поддержания заданного давления “после себя” или “до себя”. Их применяют на трубопроводах для жидких и газообразных сред. В этих устройствах для перемещения регулирующего органа используется энергия регулируемой среды: они работают без дополнительного постороннего источника энергии.

Регуляторы давления прямого действия изготовляют рычажными (рис. 10) “после себя” и “до себя”; пружинными (рис. 11) “после себя” (редукционные клапаны); с поршневым приводом и внутренним импульсным механизмом (редукционные клапаны).

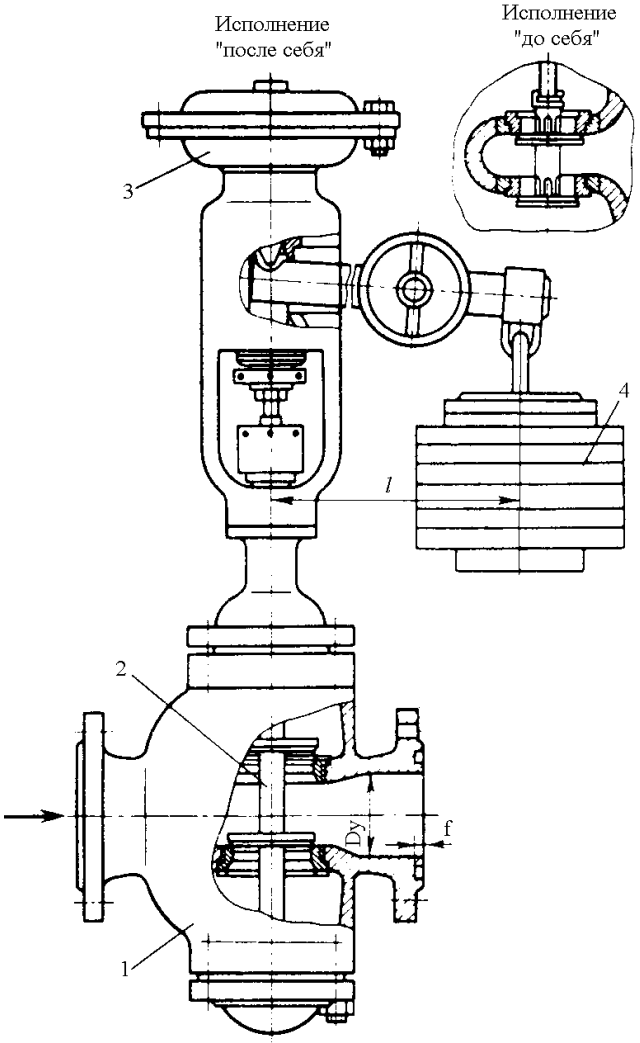


Рис. 10. Рычажный регулятор давления прямого действия “после себя” и “до себя”.

Рычажный регулятор (см. рис. 10) состоит из груза *4*, мембранного исполнительного механизма *3* и разгруженного регулирующего органа (золотника) *2*. Среда под рабочим (начальным) давлением подается во входной патрубок корпуса *1*. Проходное сечение в этот момент у регуляторов “после себя” открыто, а у регуляторов “до себя” закрыто за счет действия рычага с грузом на подвижную систему. С помощью трубки, соединяющей трубопровод с мембранным исполнительным механизмом, давление передается на мембрану в направлении, обратном действию груза. Когда давление среды на мембрану станет больше или меньше уси-

лия, создаваемого грузом, подвижная система начнет перемещаться, что приведет к изменению проходного сечения в регуляторе и давления до регулятора или после него. На требуемое давление регулятор настраивают подбором грузов и их расположением на рычаге. Рычажный регулятор устанавливают на горизонтальном трубопроводе мембранной головкой вверх.

Пружинные регуляторы “после себя” (рис. 11) имеют односедельный корпус *7*, регулирующий орган (золотник) *2*, уравновешенный от одностороннего действия среды с помощью поршня в цилиндре *4*, куда также поступает среда. Пружина *3* регулятора воспринимает усилие редуцированного давления среды, поступающей под золотник. На требуемое давление регулятор настраивают регулировочным винтом *5*, вращением которого изменяют усилие сжатия пружины.

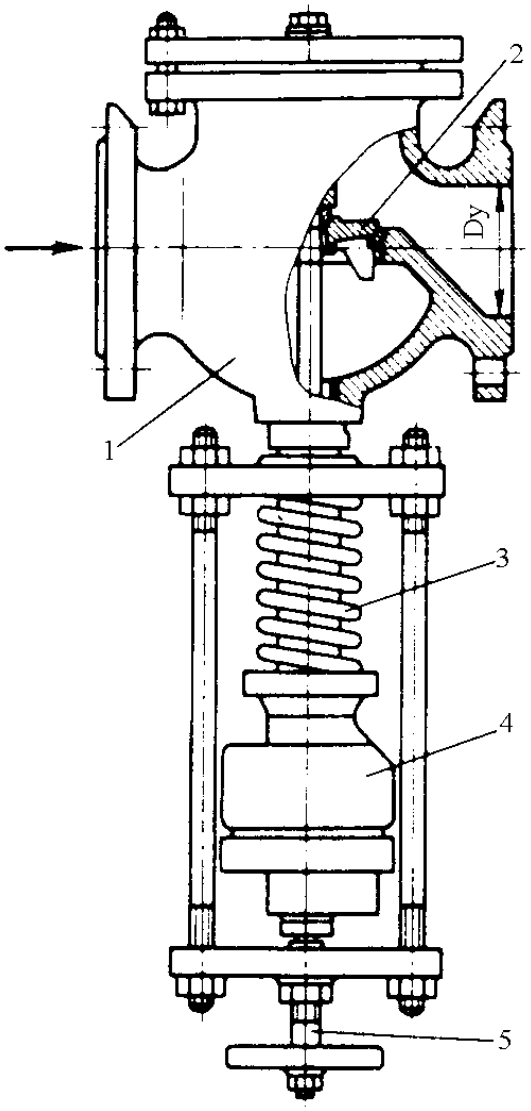


Рис. 11. Пружинный регулятор давления прямого действия “после себя” (редукционный клапан).

Регуляторы уровня (перелива). Для регулирования уровня воды в сосудах применяют регуляторы уровня (рис. 12). Регулятор состоит из поплавковой камеры *2*, в которой размещаются поплавок *1* и клапан *4*. Поплавковая камера соединена с паровым (воздушным) и водяным пространством бака, поэтому уровень в ней такой же, как и в баке. При понижении уровня воды в баке поплавок перемещается вниз, а второй конец рычага, на котором он размещен, поднимается вверх, увлекая за собой золотник *3*, благодаря чему увеличивается проходное сечение.

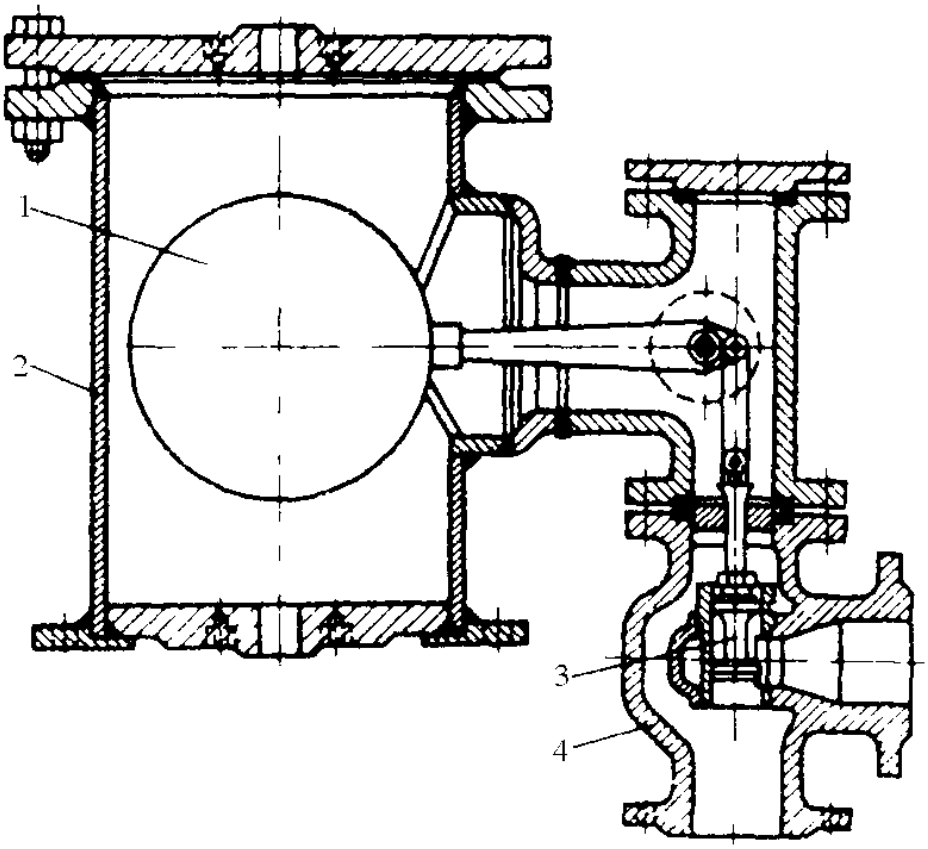


Рис. 12. Регулятор уровня (перелива).

На этом же принципе основано действие регулятора перелива, у которого поплавок открывает клапан при превышении водой в баке заданного уровня.

Конденсатоотводчики. Для автоматического отвода конденсата из паропроводов низкого и среднего давления применяются Конденсатоотводчики либо поплавкового типа, либо с термостатом.

Конденсатоотводчик поплавкового типа (рис. 13) состоит из стального корпуса *1* с крышкой *2*, соединенных шпильками. С внутренней стороны к крышке прикреплен штуцер *3*, в нижний конец которого ввернуто седло. По штуцеру, как по направляющей, перемещается поплавок *5* с втулкой и клапаном *6*, закрывающим проходное отверстие в седле. Для спуска воздуха, скопившегося в корпусе (а также в паропроводе) , на крышке установлен воздушный вентиль *4*.

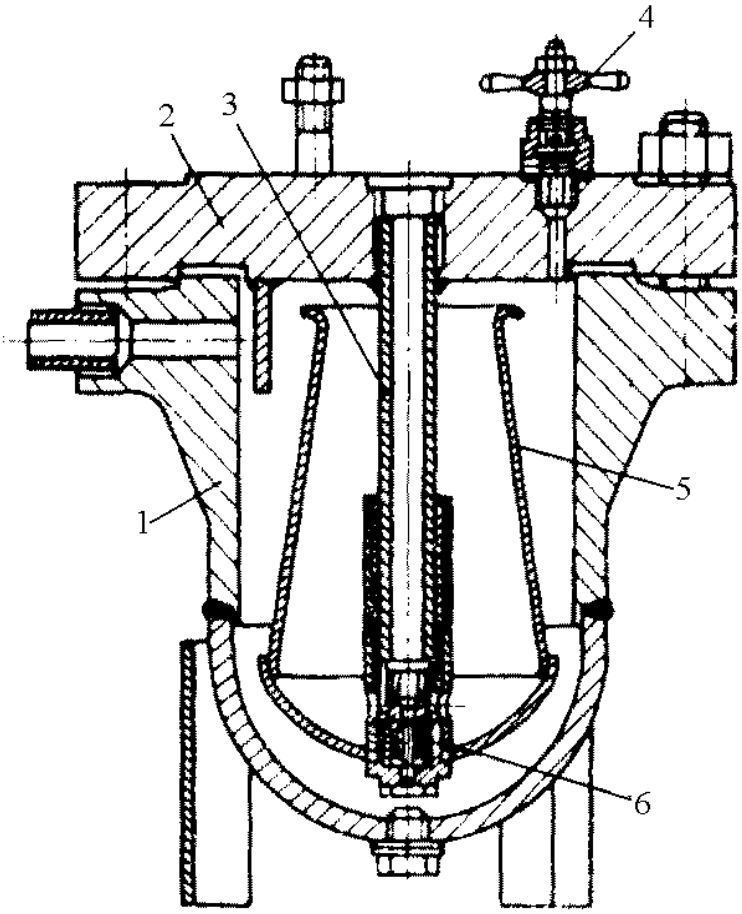


Рис. 13. Конденсатоотводчик поплавкового типа.

Конденсат, попадая в конденсационный горшок вместе с паром, заполняет пространство между корпусом и поплавком. По мере заполнения корпуса конденсатом поплавок всплывает и клапан закрывает отверстие в седле. При дальнейшем поступлении конденсат начинает переливаться внутрь поплавка. Поплавок опускается и, увлекая за собой втулку с клапаном, открывает проход в седле клапана. При этом конденсат вытесняется из конденсационного горшка давлением пара. По мере вытеснения конденсата поплавок поднимается и закрывает проход в седле клапана. После накопления конденсата в корпусе процесс повторяется.

Смесительные клапаны. Смесительная арматура используется в тех случаях, когда необходимо в соответствующих пропорциях смешивать различные среды, например холодную и горячую воду, выдерживая постоянным определенный параметр или изменяя его по требуемому закону. Отличие смесительных клапанов от регулирующих заключается в том, что командный сигнал, задающий положение плунжера в смесительном клапане, определяет одновременные расходы двух сред, в то время как в регулирующем клапане положение плунжера определяет расход одной среды. Так же, как и регулирующие, смесительные клапаны могут управляться с помощью пневматической или электрической связи.

Предохранительная арматура. Назначение предохранительной арматуры — предотвращение возможности возникновения недопустимо высокого давления в установках и системах.

Предохранительные клапаны. Предохранительные клапаны по производительности подразделяются на мало- и полноподъемные. Малоподъемные клапаны выполняют рычажно-грузовыми и пружинными.

Полноподъемные клапаны могут иметь вспомогательное устройство в виде импульсного клапана, включающего подачу среды в подъемное поршневое устройство главного клапана.

Наиболее широкое применение получили малоподъемные клапаны. Малоподъемные рычажно-грузовые предохранительные клапаны выпускают с одним седлом — однорычажные (рис. 14, а), с двумя — двухрычажные и пружинные предохранительные клапаны (рис. 14, б) с одним седлом.

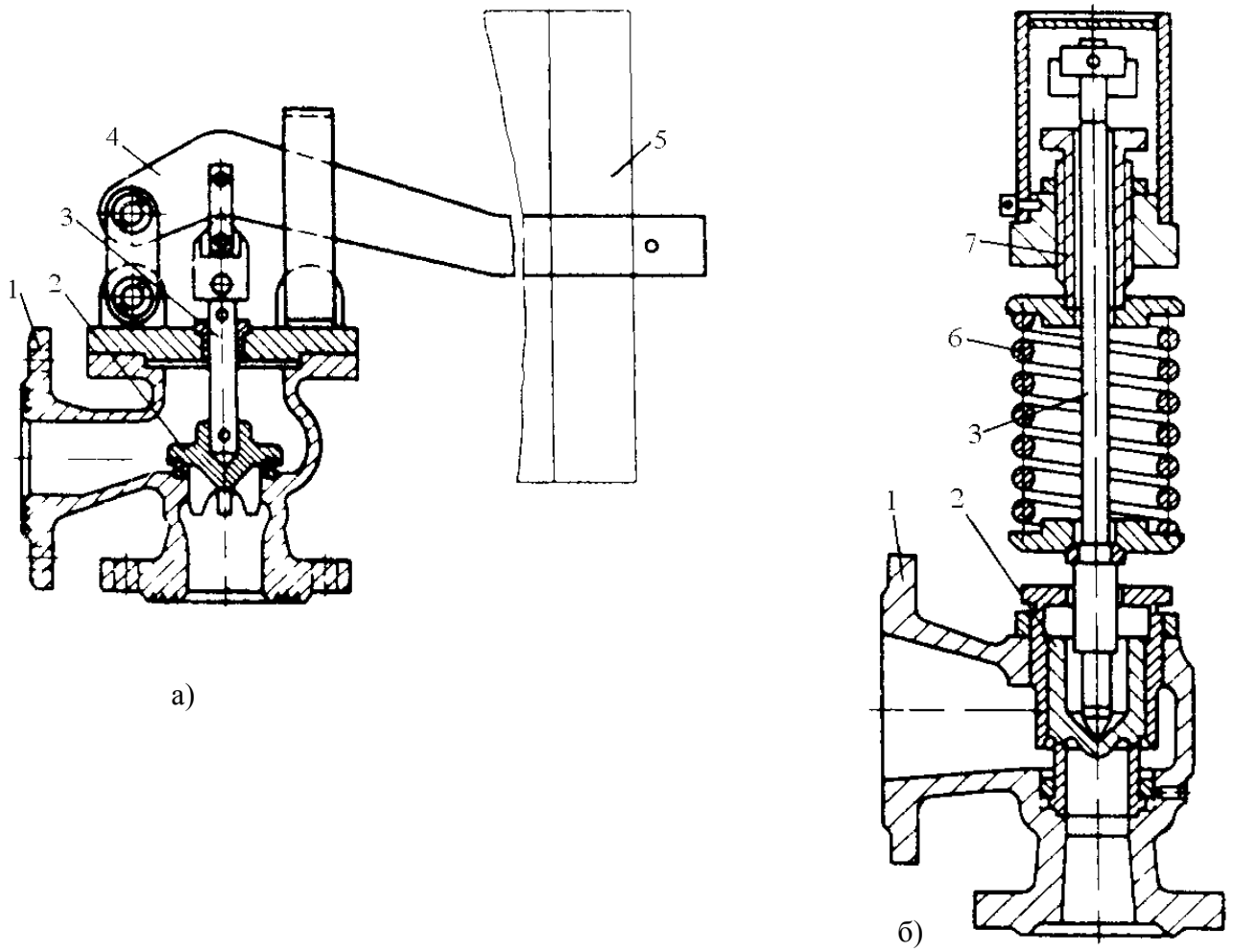


Рис. 14. Предохранительные клапаны:

а — однорычажный, *б* — пружинный; *1* — корпус, *2* —золотник, *3* — шток, *4* — рычаг, *5* — груз, *6* — пружина, *7* — регулировочное устройство

Рычажно-грузовые клапаны устанавливают вертикально, крышкой вверх, с горизонтальным расположением рычага. Пружинный клапан устанавливают вертикально, колпаком вверх.

Наиболее рациональным типом предохранительных устройств большой производительности на высокие и сверхкритические параметры среды являются импульсно-предохранительные устройства (ИПУ). В соответствии с правилами Госгортехнадзора на паровых котлах с давлением выше 3,9 *МПа* должны устанавливаться ИПУ, состоящие из главного предохранительного клапана (ГПК), вспомогательного импульсного клапана (ИК) и электроконтактного манометра (ЭКМ).

На рис. 15 представлена схема действия импульсно-предохранительного устройства. При повышении давления пара в паропроводе *1* до установленного предела контактная система электроконтактного манометра *2* срабатывает. При этом электромагнит *3* обесточивается, а электромагнит *4* находится под напряжением. Под действием повысившегося давления и усилия со стороны электромагнита *4* импульсный клапан *6* открывается, при этом пар подается в поршневую камеру главного предохранительного клапана *7*. Под действием усилия, развиваемого давлением пара, поршень *8* перемещается вниз, открывает тарелку *9* и сбрасывает пар в атмосферу.

При нормальном давлении пара электромагнит *3* помогает грузу *5* удерживать импульсный клапан плотно закрытым.

После снижения давления до заданного значения контактная система электроконтактного манометра *2* снова включит под напряжение электромагнит *3*, импульсный клапан *6* закроет доступ пара в поршневую камеру клапана *7* и он закроется.

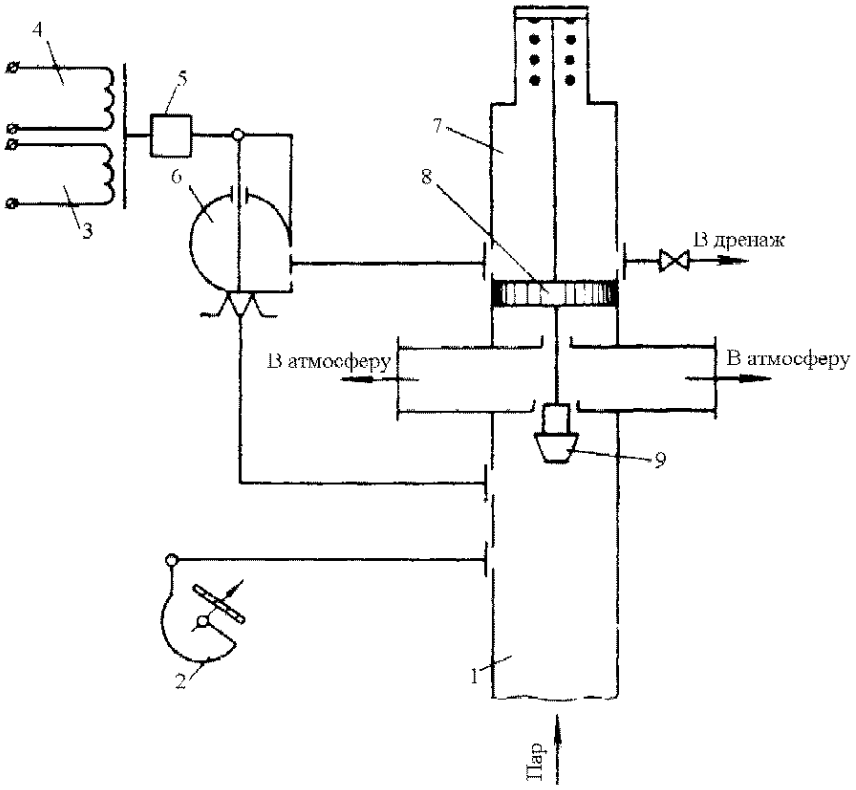


Рис. 15. Схема действия импульсно-предохранительного устройства.

В целях повышения надежности и сокращения количества клапанов, устанавливаемых на котел, промышленность выпускает клапаны с пропускной способностью 240—500 т/ч (рис. 16).

Пропускная способность ГПК зависит от параметров свежего пара:

Давление, *МПа*	10	14	25,5	25,5
Температура, *°С*	540	570	565	565
Пропускная способность по пару, $^{т}/_{ч}$	115	160	240	500

Основные узлы и детали ГПК следующие: корпус *1* с двумя приварными выхлопными патрубками *8*, внутри которых расположены решетки *9*, служащие для дросселирования пара при срабатывании клапана: узел сервопривода *2*, включающий корпус и поршень, скрепленный двумя штоками *6* и *7*, бугель *5*, соединяемый с помощью резьбы с корпусом сервопривода, и узел гидравлического демпфера *3*, содержащий поршень, а также спиральную и тарельчатые пружины. Пар в ГПК подается на золотник *11*, т.е. в закрытом положении золотник прижимается к седлу *10* давлением рабочей среды. Начальная герметичность клапана обеспечивается с помощью спиральной пружины *4*.

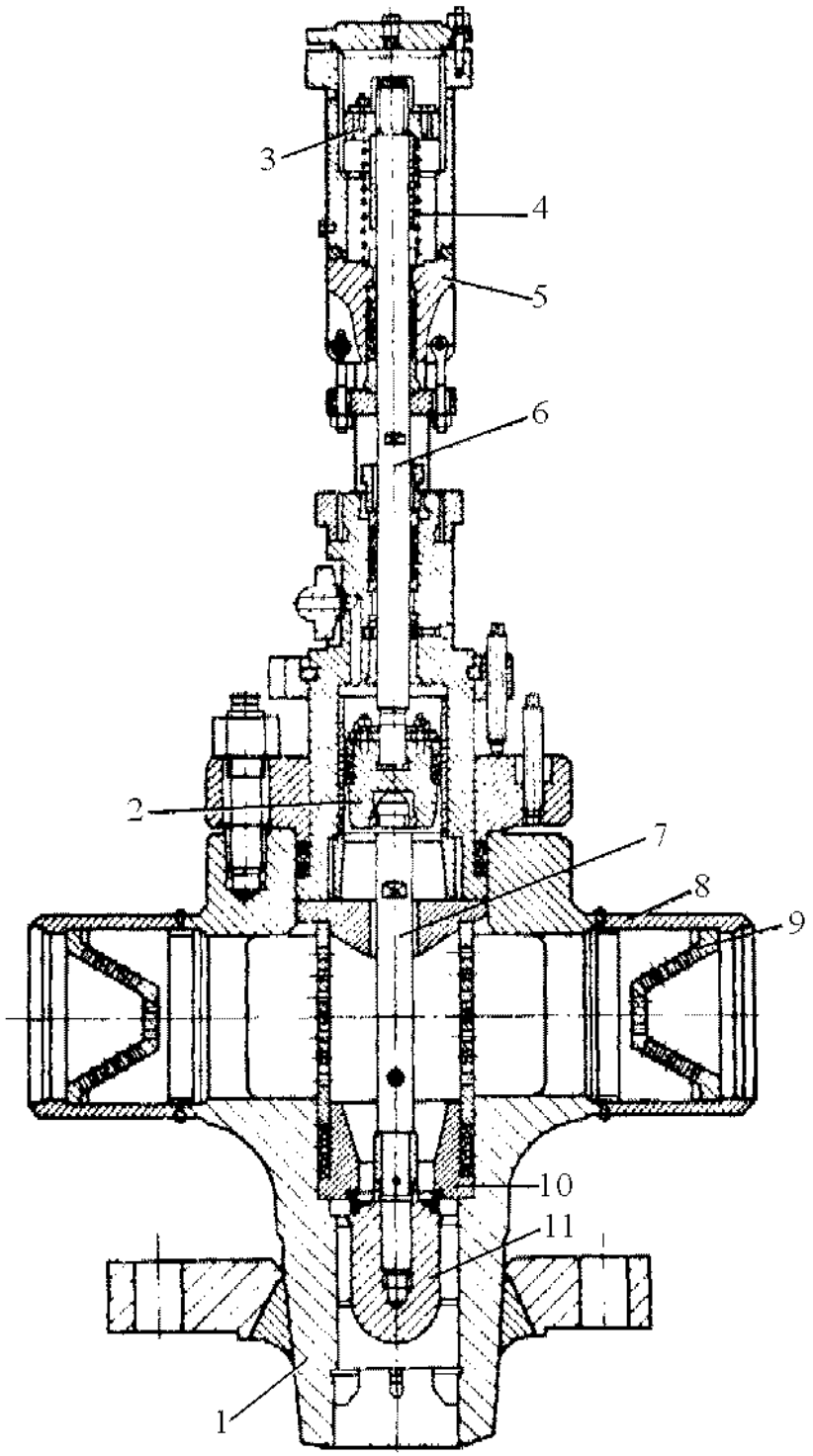


Рис. 16. Главный предохранительный клапан.

Проектными организациями и электростанциями разработаны различные устройства, позволяющие снизить шум. Одно из простейших устройств для снижения шума при работе предохранительных клапанов — конический диск с отверстиями, который устанавливают на выходе потока из главного предохранительного клапана в диффузоре.

Импульсный клапан (рис. 17) является составной частью импульсно-предохранительного устройства котлоагрегата и предназначен для управления главным предохранительным клапаном путем подачи (или прекращения подачи) в камеру сервопривода ГПК рабочей среды.

Импульсно-предохранительное устройство для горячих линий промежуточного перегрева на давление пара 4,1 *МПа* и температуру 570 ℃ несколько отличается от импульсно-

предохранительного устройства паропровода свежего пара: импульсный рычажный клапан не имеет электромагнитного привода и срабатывание всего устройства достигается срабатыванием импульсного рычажного клапана под прямым воздействием изменяющегося давления пара.

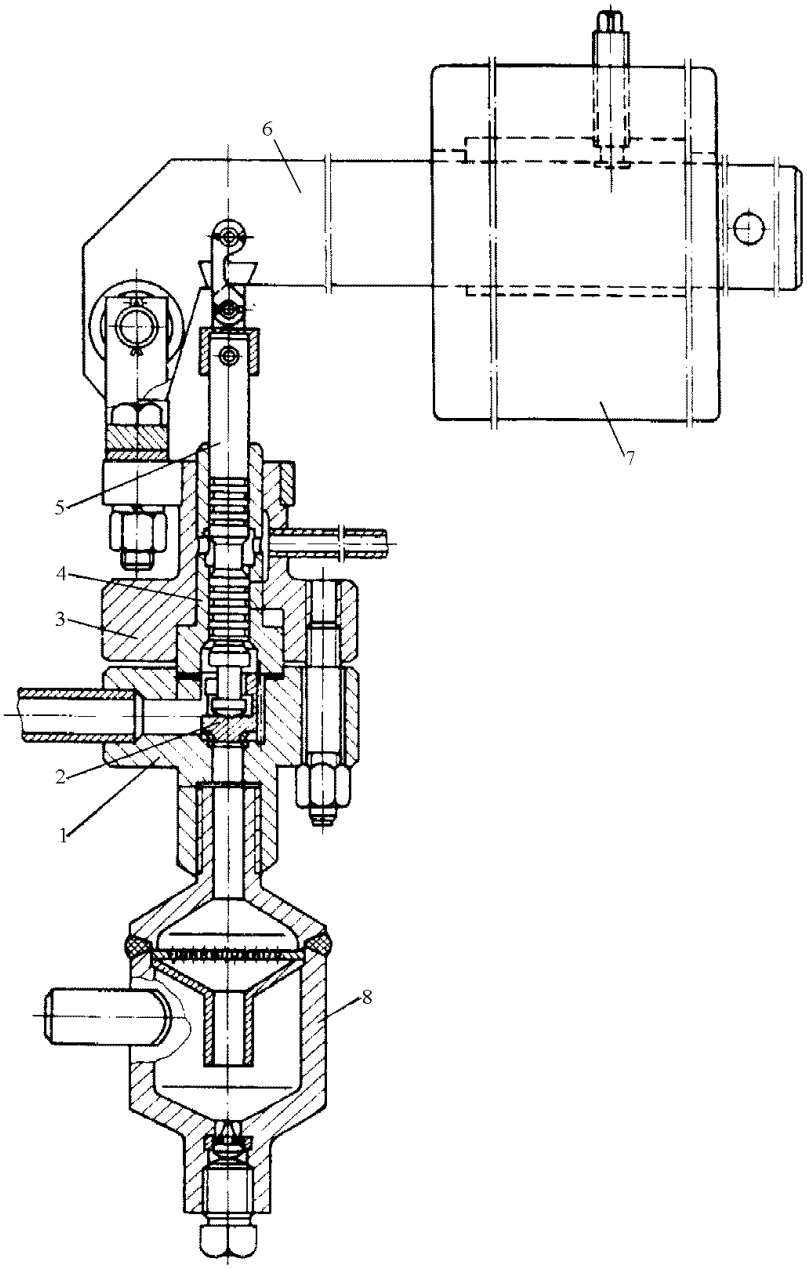


Рис. 17. Импульсный клапан:

1 — корпус, *2* — золотник, *3* — крышка, *4* — втулка, *5* — шток, *6* — рычаг, *7* — груз, *8* — фильтр

Главный предохранительный клапан промежуточного перегрева пара сервомоторного типа (рис. 18) представляет собой конструкцию с литым корпусом *7*, узлом затвора, состоящим из седла *2* и тарелки *3*, соединенной резьбой со штоком *4*, сервоприводом, размещенным в стакане *5*. Узел сервопривода состоит из поршня *6* и рубашки *7*. Пружинный амортизатор *8* предназначен также для удержания подвижных частей клапана. Для демпфирования удара при посадке тарелки в крышке *10* установлен дроссельный клапан *9*.

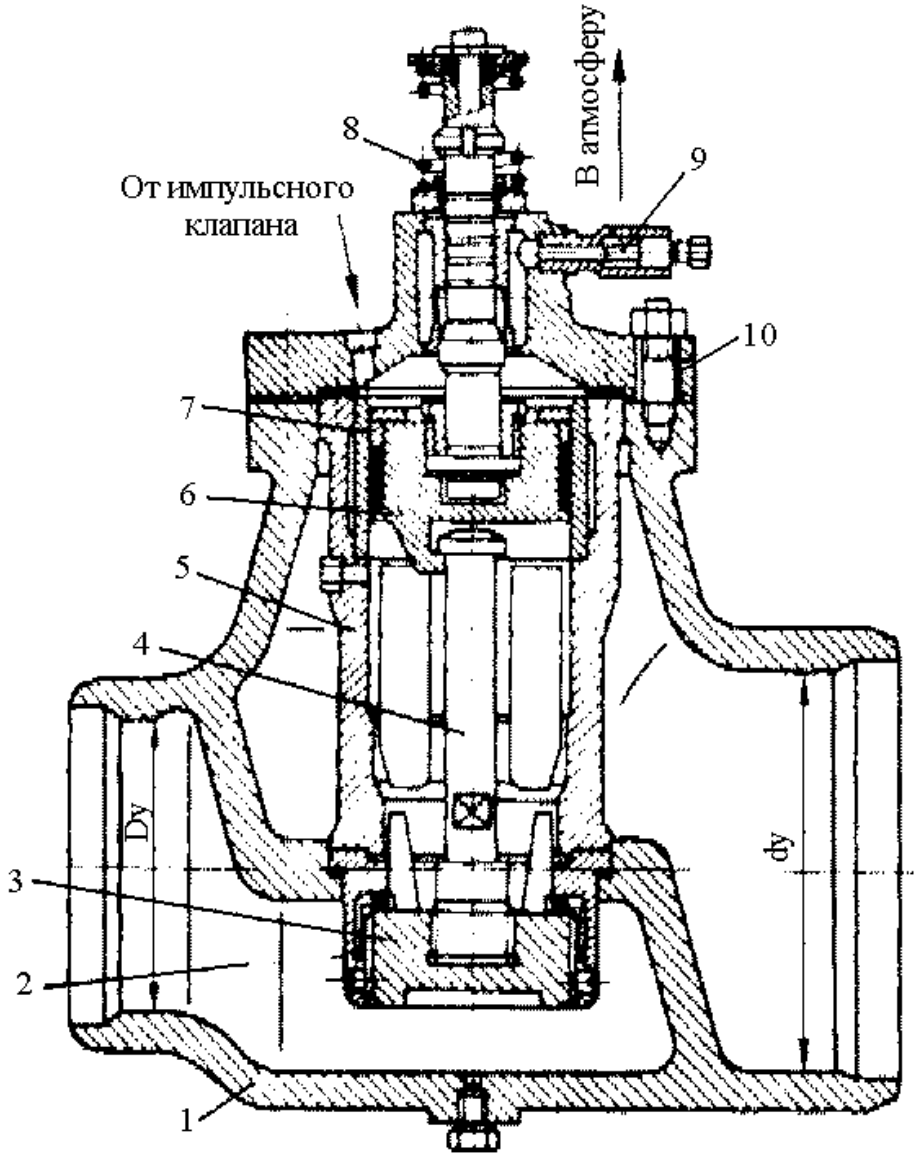


Рис. 18. Главный предохранительный клапан линий промежуточного перегрева пара.

Обратные клапаны. Обратные клапаны устанавливают на трубопроводах для предотвращения обратного потока в трубопроводе, что может создать в некоторых случаях аварийные условия. Клапаны срабатывают автоматически под действием энергии среды, транспортируемой по трубопроводу.

Для установки на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов применяют поворотные обратные клапаны (рис. 19, а). Для установки на трубопроводах большого диаметра, например на циркуляционных трубопроводах береговых насосных станций, применяют многодисковые поворотные обратные клапаны.

На горизонтальных участках трубопроводов устанавливают подъемные обратные клапаны (рис. 19, б). В этих клапанах золотник имеет направляющий хвостовик и перемещается в вертикальной плоскости. Для обеспечения плавной посадки клапана при закрытии некоторые типы обратных клапанов снабжаются демпферным (тормозным) устройством.

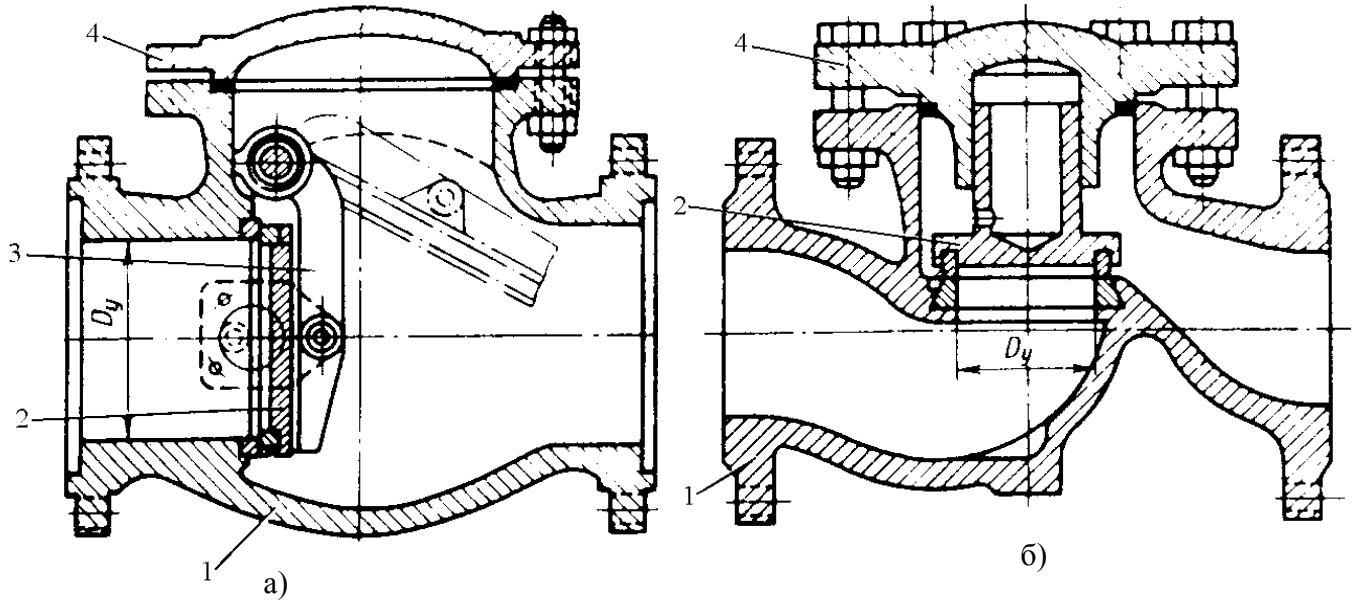


Рис. 19. Обратные клапаны:

а — поворотный типа “захлопка”, *б* — обратный подъемный; *1* — корпус, *2* — диск (золотник), *3* — рычаг, *4* — рычаг

Кроме своего основного назначения обратные клапаны выполняют еще одну функцию — предохраняют питательные насосы от “запаривания”, для чего в корпусе клапана или в подводящем патрубке имеется специальный отвод, к которому присоединяется линия рециркуляции, обеспечивающая определенный минимальный расход воды через работающий насос.

Большинство питательных насосов, установленных на электростанциях, оснащены обратными клапанами, изготовленными на Чеховском заводе энергетического машиностроения (рис. 20) . Соединение корпуса *1* с крышкой *4* — бесфланцевое, самоуплотняющееся. Силовое взаимодействие крышки с корпусом осуществляется с помощью разрезного кольца *6*. Тарелка *2* клапана с помощью рычага *3* закреплена на вращающейся оси *5*. Связь тарелки с рычагом — шарнирная, обеспечивающая плавное прилегание к седлу в случае обратного потока.

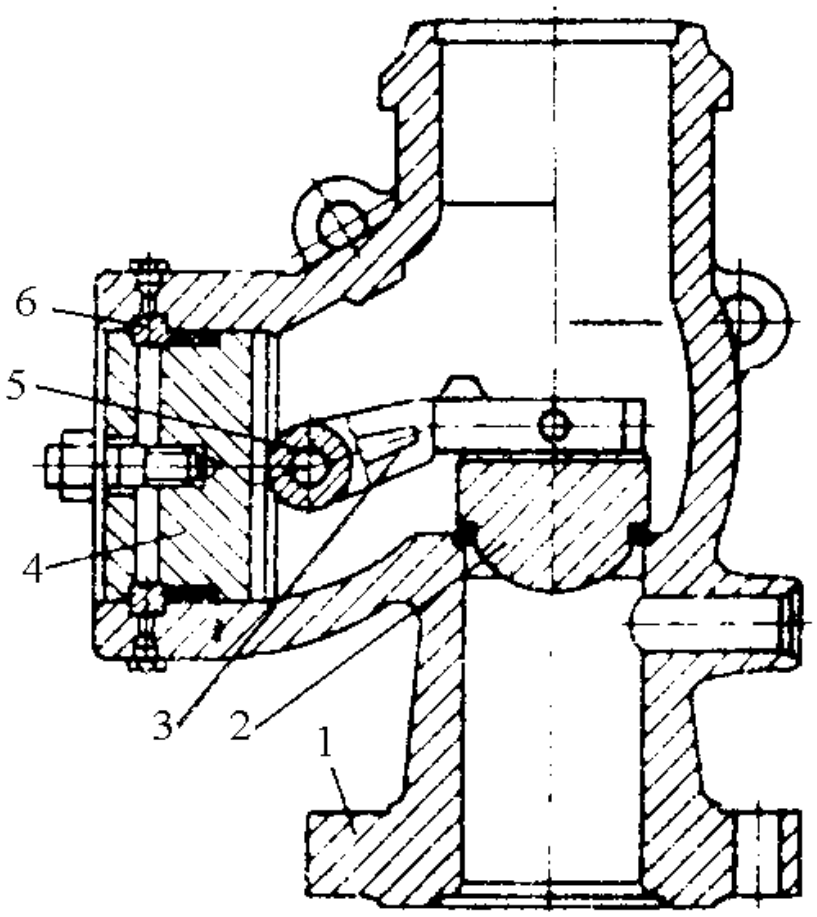


Рис. 20. Обратный клапан для питательных насосов ЧЗЭМ.

Редукционно-охладительные установки. Редукционно-охладительные установки предназначены для редуцирования и охлаждения пара и устанавливаются в качестве обводных устройств энергетических блоков для резервирования пара, поступающего к потребителю, а также для постоянной работы на потребителя.

Редукционно-охладительные установки могут быть двух типов — обычные (РОУ) и быстродействующие (БРОУ).

БРОУ предназначаются для сброса острого пара при пусках или остановах энергоблоков, излишнем повышении давления острого пара и внезапном снижении давления или сбросе нагрузки турбогенератора. Их используют также для питания турбонасоса блока при сбросе нагрузки на турбине и останове блока, а также в качестве горячего резерва турбин с противодавлением и резерва производственного отбора пара турбины. В комплект БРОУ входят: клапан запорно-дроссельный; шумоглушитель; охладитель пара; клапан регулирующий; клапан обратный для воды; задвижка (вентиль) для воды; вентили запорные дренажные; электроприводы и исполнительные механизмы; импульсно-предохранительное устройство.

Приводы для управления трубопроводной арматурой. Приводы предназначены для управления запорной, регулирующей и дросселирующей арматурой; с помощью их открывают и закрывают затвор арматуры или останавливают его в промежуточном положении. Приводы бывают: ручными (местными или дистанционными); электроприводами (встроенными или колонковыми); электромагнитными; пневмо- и гидроприводами.

Ручные местные приводы. Ручной привод представляет собой рукоятку или маховик, насаженные на шпиндель вентиля, втулку шпинделя задвижки, валик приводной головки или валик встроенного электропривода. Ручной привод применяют при небольших усилиях, требующихся для перемещения затвора арматуры. Арматуру с ручным приводом устанавливают в местах, удобных для ее обслуживания. Ручные приводы могут быть с рукояткой и маховиком.

Ручные дистанционные приводы. Ручные дистанционные приводы применяют наиболее часто, так как они позволяют управлять арматурой любого диаметра, работающей при любых параметрах, установленной в местах, недоступных для непосредственного управления.

Дистанционное управление арматурой осуществляется с помощью ручного колонкового привода, состоящего (в зависимости от принятой схемы) из колонки, шарнирных узлов, коробок перемены направления, компенсатора (в случае необходимости) и соединительных штанг. На рис. 21 приведена схема дистанционного ручного привода.

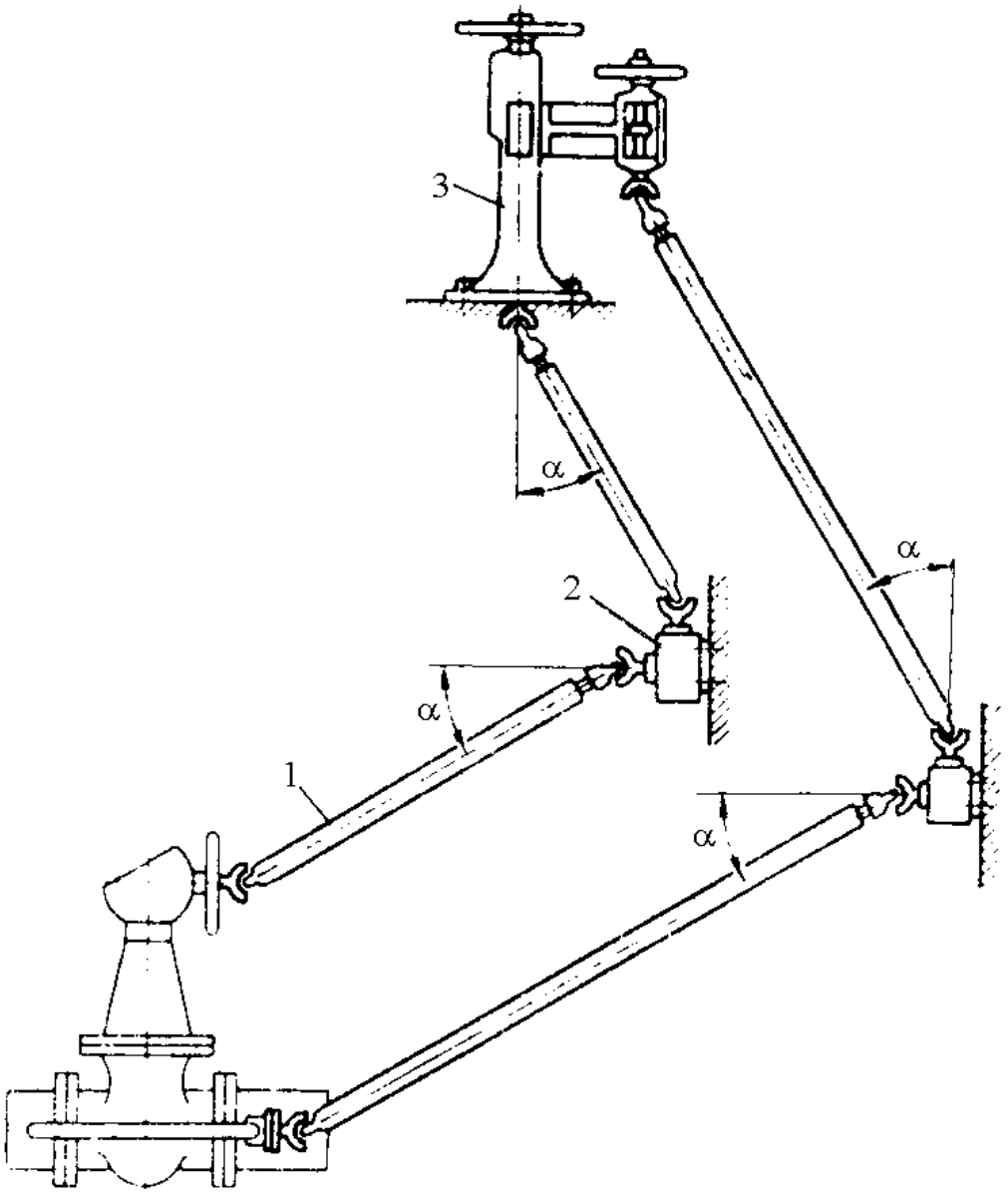


Рис. 21. Схема дистанционного ручного привода:

1 — штанга, *2* — коробка перемены направления, *3* — колонка

Колонка дистанционного ручного управления арматурой состоит из корпуса, шпинделя и маховика, который жестко соединен со шпинделем. Верхний (или нижний — в зависимости от взаимного расположения колонки и управляемой арматуры) конец шпинделя колонки снабжен хвостовиком, на котором устанавливается шарнирная муфта.

Шарнирные узлы служат для сочленения соединительных штанг в местах излома (при ломаной или слишком длинной линии соединения колонки дистанционного привода с управляемой арматурой). Шарнирный узел состоит из корпуса и валика с надетыми на его концы

шарнирными муфтами. Угол между шарнирным узлом и соединительной штангой не должен превышать 30°.

Коробки перемены направления применяют для изменения направления соединительных штанг при угле более 30°, т.е. когда не могут быть использованы более простые по конструкции шарнирные узлы. Коробка перемены направления состоит из корпуса с крышкой, внутри которого помещается пара конических зубчатых шестеренок с передаточным числом 1:1. На концах валиков шестерен закреплены шарнирные муфты. Коробка перемены направления дает возможность изменять направление соединительных штанг вплоть до угла 90 °.

Соединительные штанги служат для соединения привода арматуры с колонкой дистанционного привода.

Длина соединительной штанги не должна превышать 5 *м*. Для штанг обычно применяют водогазопроводные трубы небольших диаметров. Они должны обеспечивать передачу крутящего момента, необходимого для плотного закрытия (открытия) арматуры. Соединительные штанги должны быть проверены на угол закручивания, который не должен превышать 3°.

Компенсирующие устройства. В тех случаях, когда соединительные штанги имеют тепловое удлинение или когда соединяемые ими точки привода испытывают небольшие взаимные относительные перемещения, применяют компенсаторы или шарнирные муфты с компенсатором, в которых квадратный хвостовик муфты входит в квадратное отверстие втулки с некоторым зазором, обеспечивающим штанге возможность надвигаться или сползать с муфты.

Встроенные и колонковые электроприводы. Электрические приводы встроенные, т.е. установленные на самой арматуре, или колонковые, устанавливаемые отдельно от арматуры, используются при автоматическом управлении технологическими процессами независимо от места расположения арматуры, а также тогда, когда нет возможности непосредственно воздействовать на шпиндель запорной или регулирующей арматуры в месте ее установки.

Конструктивно электропривод состоит из одноступенчатого червячного редуктора и электродвигателя. Он снабжен маховиком для управления арматурой вручную, а также коробкой концевых и путевых выключателей. При полном открытии арматуры электродвигатель отключается концевым выключателем. При полном закрытии отключения электродвигателя производятся: у электроприводов, управляющих регулирующей арматурой, — концевым выключателем; у электроприводов, управляющих запорной арматурой, — с помощью токового реле, настраиваемого на срабатывание при определенной силе тока, соответствующей заданному крутящему моменту на шпинделе арматуры.

В конструкции электроприводов предусмотрена блокировка ручного управления: при переходе на ручное управление цепь электродвигателя разрывается.

Электроприводы, предназначенные для управления регулирующей арматурой, снабжены специальным потенциометрическим датчиком, сигнализирующим на пульт управления о степени открытия арматуры.

Электрической схемой предусматривается сигнализация при крайних (для запорной и регулирующей арматуры) и промежуточных (для регулирующей арматуры) положениях затвора иглы или шибера. Предусматривается также сигнализация включения ручного управления.

Встроенные электроприводы применяют для арматуры, в которой температура протекающей среды не превосходит допустимую температуру для электродвигателя встроенного типа. Встроенные электроприводы поставляют комплектно с арматурой, которая выбирается по параметрам среды и условному проходу.

Колонковые электроприводы устанавливают в случае, когда не может быть установлена арматура с встроенным электроприводом или когда для арматуры с ручным приводом требуется дистанционное или автоматическое управление (в основном для запорной арматуры, имеющей приводную головку). Колонковый электропривод в зависимости от принятой схемы состоит из колонки с размещенным на ней электродвигателем с редуктором, шарнирных узлов, коробок перемены направления, соединительных штанг и, при необходимости, компенсаторов.

Электромагнитные приводы. Электромагнитный привод применяют для запорных мембранных вентилей с диаметром условного прохода от 10 до 65 *мм*, включенных в систему дистанционного электрического управления, установленных на трубопроводах пара, воды, воздуха и нейтральных газов низких параметров.

В электромагнитных приводах при подаче тока в катушку электромагнита его якорь, являющийся дополнительным разгрузочным золотником, притягивается, давление над мембраной вентиля падает: в тоже время давление рабочей среды поднимает основной золотник, открывая проход вентиля. При выключении тока вентиль закрывается.

Пневмо- и гидроприводы. Пневмоприводы в трубопроводной арматуре применяют главным образом для управления регулирующими клапанами, но они могут быть использованы и для управления запорной арматурой. При малых ходах обычно выбирают мембранные приводы, при больших — поршневые.

Гидроприводы обычно бывают поршневого типа. В качестве источника энергии используется рабочая среда, транспортируемая по трубопроводу, масло или вода под давлением при наличии автономной системы гидропривода. Наиболее часто гидроприводы используются для управления кранами магистральных трубопроводов при большом диаметре прохода и высоких давлениях рабочей среды в связи с тем, что в этих условиях при повороте крана необходимо создавать большие крутящие моменты. Поршневые гидроприводы используются также для управления задвижками.

Контрольные вопросы

1. Что называется трубопроводной арматурой?
2. На какие классы по выполняемым функциям подразделяется арматура? .
3. Каковы основные конструктивные особенности запорной, регулирующей и предохранительной арматуры?
4. Чем конструктивно отличается вентиль от задвижки?
5. Какие функции выполняют ИПУ?
6. Какую защитную арматуру устанавливают на питательных насосах?
7. Как управляют трубопроводной арматурой?

ГЛАВА II. ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ АРМАТУРЫ

§ 3. Условное, рабочее и пробное давления

Одной из наиболее важных величин, определяющих работу арматуры, является давление рабочей среды, которое подразделяют на условное, рабочее и пробное.

Под условным давлением (P_y) понимается наибольшее избыточное рабочее давление (при температуре среды 20 °С), которое допускается для арматуры и соединений трубопроводов, имеющих определенные размеры, обоснованные расчетом на прочность при выбранных материалах.

Рабочее давление ($P_{раб}$) — это наибольшее избыточное давление, при котором обеспечивается длительная работа арматуры и соединительных частей трубопроводов при рабочей температуре проводимой среды.

Пробное давление ($P_{пр}$) — это избыточное давление, которое должны выдержать арматура и соединение трубопроводов при гидравлическом испытании на прочность и плотность материала деталей при заполнении водой с температурой ниже 100 °С.

Условно принято считать: низким — давление, не превышающее P_y 2,5 *МПа* (25 *кгс/см*^{2}) и 350 °С; средним — давление P_y от 3,9 до 10 *МПа* (39—100 *кгс/см*^{2}) и 450 °С; высоким — давление для пара $P_{раб}$ от 10 до 14 *МПа* (100—140 *кгс/см*^{2}) и 500-570 °С, для воды $P_{раб}$ 18,5—23 *МПа* (185—230 *кгс/см*^{2}) и 230 °С; сверхвысоким — давление для пара $P_{раб}$ 25,5 *МПа* (255 *кгс/см*^{2}) и 565 °С, для воды — 38 *МПа* (380 *кгс/см*^{2}) и 280 °С.

§ 4. Условные диаметры проходов

Условным диаметром прохода D_y называется номинальный диаметр отверстия в трубе или арматуре, служащего для прохода среды.

Условные диаметры проходов имеют 31 основной, 23 вспомогательных и 6 дополнительных размеров.

По условным диаметрам прохода можно выделить следующие пять групп арматуры: 1 — сверхмалых размеров (до 5 *мм* включительно); 2 — малых размеров (от 6 до 40 *мм* включительно); 3 — средних размеров (от 50 до 300 *мм* включительно); 4 — больших размеров (от 350 до 1200 *мм* включительно); 5 — сверхбольших размеров (от 1400 *мм* и выше).

Условный проход арматуры не всегда совпадает с фактическим проходным диаметром трубопровода. Так, трубопровод размером 325×16 *мм* имеет фактический внутренний диаметр (без учета допусков) 293 *мм*, а условный проход принимают по ближайшему значению стандартной шкалы — 300 *мм*.

§ 5. Условные обозначения трубопроводной арматуры

Как уже говорилось, трубопроводная арматура может быть разделена на две группы: арматура общего назначения, промышленная, изготовление которой имеет массовый, крупносерийный и серийный характер, и специальная энергетическая арматура, изготовление которой имеет мелкосерийный или индивидуальный характер.

Условное обозначение арматуры общего назначения (см. приложение 1) состоит из цифр и букв. Первые две цифры обозначают тип арматуры, буквы за ними — материал корпуса, одна или две цифры после букв — номер модели (ручной привод с маховиком или рукояткой); при наличии трех цифр первая из них обозначает вид привода, а две последующие — номер модели; последние буквы — материал уплотнительных поверхностей или способ нанесения внутреннего покрытия корпуса.

Каждое изделие энергетической арматуры обозначено номером заводского чертежа или

шифром. В ряде случаев группа близких по конструктивному исполнению изделий обозначается номером серии, в качестве которого принимается первая часть заводского номера изделия, состоящая из трех-четырех цифр, либо шифра изделия. В обозначениях изделий арматуры буквенные индексы обозначают вид привода или приводной головки: **Р** — рукоятка, **Рч** — рычаг, **М** — маховик, **О** — отсутствие привода, **Г** — муфта шарнирная (шарнир Гука), **ЦЗ** — приводная головка с цилиндрической зубчатой передачей, **КЗ** — приводная головка с конической зубчатой передачей, **Э** — встроенный электропривод. Буквы **м** и **б**, включенные в состав шифра некоторых изделий, обозначают, что корпуса арматуры изготовлены из стали, содержащей молибден, а также что соединение корпуса и крышки бесфланцевое.

Перечень выпускаемой заводами арматуры имеется в соответствующих каталогах.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под условным, рабочим и пробным давлениями?
2. Что называют условным диаметром прохода?
3. Из каких элементов состоит условное обозначение арматуры?

ГЛАВА III. **ОТКАЗЫ В КОНСТРУКЦИЯХ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ**

§ 6. Причины отказов арматуры

Причины отказов арматуры можно подразделить на производственные, конструкционные и эксплуатационные.

Производственные причины имеют место при недостаточном техническом уровне технологических процессов, используемых при изготовлении деталей и сборке арматуры. Особое значение имеют соблюдение технологической дисциплины и тщательный технический контроль на всех технологических операциях. Положительное влияние на надежность арматуры оказывает и широкое применение унифицированных деталей и узлов: электроприводов, редукторов, набивочных сальниковых колец, крепежных деталей и т.д.

Конструкционные, или структурные, причины отказов определяются конструкцией арматуры. Доступность конструкции для осмотра и ремонта способствует лучшему техническому обслуживанию, своевременному и быстрому выполнению ремонта, что также оказывает влияние и на повышение надежности.

Эксплуатационные причины отказов зависят от способности арматуры обеспечивать в процессе эксплуатации сохранность параметров в пределах, заданных технической документацией. К этим параметрам относятся: усилия на рукоятках управления и крутящие моменты на маховиках; герметичность затворов, сальников, прокладок; пропускная способность предохранительных клапанов, характеристики регулирующих клапанов и т.п. При достижении предельного состояния арматуры, когда один из указанных выше параметров достигает допустимого предела, возникает параметрический отказ.

§ 7. Виды отказов

Отказ — это выход из строя какого-либо элемента арматуры. Отказы разделяют на полные, исключающие возможность работы изделия до их устранения, и частичные, при которых изделие может частично использоваться.

К *полным отказам* относятся:

по запорной арматуре — невозможность перемещения запорного органа между положениями “Открыто” — “Закрыто”, пропуски среды через затвор, делающие невозможность работы объектов; пропуски среды через наружные уплотнения (сальники, фланцы) или через основной металл (свищи) , которые представляют опасность для обслуживающего персонала или приводят к невосстанавливаемому износу оборудования;

по предохранительной арматуре — несрабатывание клапанов при повышении давления сверх установленных значений; незакрытие клапанов при снижении давления до допустимых пределов, пропуски среды через затвор, в результате которых возможно функционирование защищаемых ими объектов; пропуски среды через наружные уплотнения (сальники, фланцы) или через основной металл, которые представляют опасность для обслуживающего персонала или приводят к невосстанавливаемому износу оборудования;

по регулирующей арматуре — неисправности, вызывающие невозможность изменения параметров регулируемого объекта вследствие несоответствия расходных характеристик условиям регулирования, невозможности перемещения регулирующего органа; пропуски среды через наружные уплотнения (сальники, фланцы) или через основной металл (свищи) , которые представляют опасность для обслуживающего персонала.

К *частичным отказам* относятся:

по запорной и предохранительной арматуре — пропуск среды через затвор, что снижает экономичность работы, но не препятствует функционированию объектов, на которых они установлены;

по регулирующей арматуре — неисправности, вызывающие частичное изменение параметров регулируемого объекта с ухудшением экономичности из-за нарушения плавности хода; увеличение люфтов в сочленениях привода; неправильный выбор шибера или седла в зависимости от расхода воды.

Характерные неисправности трубопроводной арматуры и электроприводов и способы их устранения приведены в табл. 2.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные причины отказов трубопроводной арматуры?
2. Что такое отказ?
3. На какие виды по возможности использования изделия разделяют отказы?
4. Перечислите возможные причины пропуска среды через сальник.
5. Каковы способы устранения пропуска среды через соединение корпуса с крышкой?
6. Перечислите возможные причины возрастания усилия на маховике при открытии и закрытии арматуры.

Таблица 2. **Неисправности трубопроводной арматуры и электроприводов и способы их устранения**

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Пропуск среды при закрытом запорном органе арматуры.	1. Нарушение герметичности в связи с износом, повреждением (трещины, отслоения, задиры, вмятины) уплотнительных поверхностей корпуса и запорного органа (тарелки, клина, диска).	Разобрать, очистить, промыть и провести дефектацию. Неглубокие задиры, вмятины отшлифовать с последующей притиркой. Трещины, отслоения, глубокие задиры и вмятины проточить наплавленный слой с последующей наплавкой, проточкой, шлифовкой и притиркой. Вырезать и заменить уплотнительные кольца (седла, гильзы) с последующей притиркой.
	2. Недостаточное усилие на маховике (меньше расчетного).	Увеличить усилие на маховике до расчетного.
	3. Недостаточный крутящий момент, развиваемый электроприводом.	Проверить настройку муфты крутящего момента, напряжение на вводе, техническое состояние электродвигателя.
Пропуск среды через сальник.	1. Набивка сальника недостаточна уплотнена.	Добавить набивку и равномерно подтянуть гайки откидных болтов.
	2. Износ сальниковой набивки.	Заменить сальниковую набивку.
	3. Повреждена поверхность шпинделя (штока) — коррозионный износ.	Отшлифовать цилиндрическую поверхность с последующим азотированием и полированием.
Течь или потение корпусных деталей	Дефекты литья. Наличие пустот, пор, раковин, трещины, свищей (трещины, как правило, располагаются в местах радиусных переходов).	Выбрать дефекты литья до “здорового” металла. Сквозные трещины перед выборкой засверлить по концам. Разделать дефектные места, заварить, зачистить.

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Пропуск среды через соединение корпуса с крышкой.	1. Потеря герметичности в связи с недостаточной затяжкой шпилечного соединения. 2. Повреждена прокладка. 3. Повреждены уплотнительные поверхности фланца корпуса и крышки.	Равномерно в последовательности, исключающей перекос фланца крышки относительно корпуса, затянуть гайки. Заменить прокладку. Зачистить поврежденные места. Наплавить с последующей механической обработкой (проточить, отшлифовать).
Перемещение запорного (регулирующего) органа с задержками и при увеличенном моменте.	1. Повреждены направляющие клиньев (дисков, шибера). 2. Повреждена трапецеидальная резьба втулки резьбовой или шпинделя. 3. Образование осадка твердых частиц или смолы на направляющих.	Разобрать арматуру и устранить повреждение. Разобрать арматуру, при срыве резьбы заменить втулку или шпиндель (втулку и шпиндель). Разобрать арматуру и удалить осадок.
Полное отсутствие перемещения запорного (регулирующего) органа.	Поломка детали привода управления затвора (шпинделя, ходовой гайки, шестерни и пр.).	Разобрать арматуру и заменить детали.
Пропуск среды через сильфонный узел (сильфонная арматура).	Поврежден сильфон	Разобрать вентиль (клапан) и заменить сильфонную сборку.
Изменение гидравлической характеристики регулирующего (дроссельного) клапана.	Эрозионный износ регулирующего органа (шибера, плунжера, седла).	Разобрать клапан. Заменить шибер (плунжер) . При износе седла вырезать корпус из трубопровода. Заменить седло с последующей притиркой.

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Ложное срабатывание главного предохранительного клапана.	Нарушение герметичности в импульсном клапане.	1. Проверить правильность установки груза на рычаге. 2. Разобрать импульсный клапан и проверить состояние уплотнительных поверхностей. При наличии дефектов произвести притирку. 3. Проверить электромагнитный привод. Клапан не закрывается при обесточенном электромагните. При залипании сердечника необходимо заменить пружину, сердечник, электромагнит. Проверить положение ручного дублера.
	Нарушение герметичности в главном предохрани тельном клапане.	1. Проверить состояние пружины. 2. Тщательно притереть уплотнительные поверхности.
Главный предохранительный клапан не закрывается.	1. Обрыв штока. 2. Заклинивание ходовой части.	Разобрать клапан и заменить шток. Разобрать клапан. Проверить сопряжения основных деталей ходовой части. При сборке особое внимание следует уделить сборке сальниковых уплотнении поршней и штока, с тем чтобы не сделать эти уплотнения чрезмерно тугими.
Пружинный предохранительный клапан не закрывается.	Поломка пружины	Разобрать клапан и заменить пружину.
При переключении привода на ручное управление маховик вращается вхолостую.	Кулачки муфт не сцепляются; кулачки муфт сломаны; сорвана шпонка.	Проверить сцепление муфт и шестерни узла ручного управления, устранить неисправность.
Усилие на маховике возрастает настолько, что невозможно открыть или закрыть арматуру.	Заедание подвижных частей арматуры или электропривода.	Вращая маховики в обратную сторону, повторить закрывание или открывание. Если заедание не ликвидируется, выяснить при чину и устранить неисправность.
Во время хода стрелка указателя не вращается.	1. Неисправность передачи от приводного вала привода к кулачковому валику путевого выключателя. 2. Ослаб винт, стопорящий диск со стрелкой.	Проверить передачу, устранить неисправность. Открыть указатель, снять стекло и подтянуть стопорный винт.

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
При нажатии на пусковые кнопки двигатель вращается вхолостую, а электропривод стоит.	1. Электропривод не переключен на дистанционное управление. 2. Срезана шпонка на червяке или на валу электродвигателя. 3. Ослаб стопорный винт, и муфта на валу электродвигателя продвинулась к подшипнику.	Перевести электропривод на дистанционное управление. Разобрать привод, выяснить неисправность и устранить. Снять электродвигатель, поставить муфту на место и застопорить винтом.
При нажатии на пусковые кнопки электродвигатель не вращается.	1. Неисправна силовая цепь. 2. Не работает пускатель. 3. Нет напряжения на щите управления.	Проверить силовую цепь Проверить исправность пускателя. Проверить пусковую аппаратуру.

ГЛАВА IV. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТАВКЕ, УСТАНОВКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

§ 8. Объем поставок и отчетная документация

Арматуру, полученную с завода-изготовителя, и техническую документацию (чертежи, инструкции, паспорт и т.д.) регистрируют в специальном журнале.

При получении арматуры следует проверить наличие всей документации. На каждой единице арматуры, на зачищенном месте фланца или горловины корпуса имеется маркировка, которую ставит завод-изготовитель. Маркировка содержит: марку завода; заводской номер изделия; номер чертежа общего вида (индекс); рабочие параметры. На корпусе, кроме того, должны быть отпиты или выбиты марка материала и стрелка, указывающая направление потока среды (в тех случаях, когда это требуется), а также указан (для литых корпусов и крышек) номер плавки.

Одновременно с оборудованием в адрес заказчика отправляется отчетно-техническая документация: ТУ на изготовление и поставку, утвержденные в установленном порядке; технический, паспорт принятого на заводе-изготовителе образца, содержащий сертификат примененных материалов, данные по всем видам заводских испытаний (в том числе по испытанию сварных швов на образцах-свидетелях), свидетельство о чистоте и консервации внутренних полостей арматуры и заглушения патрубков, перечень отступлений от ТУ и рабочих чертежей; комплект рабочих чертежей; инструкция по эксплуатации и монтажу; упаковочный лист.

При проверке должно быть полное соответствие маркировке, указанной арматуры и техническому паспорту. При каком-либо несоответствии необходимо запросить завод-изготовитель или вызвать его представителя. До выяснения возникшего расхождения арматурой пользоваться для монтажа нельзя.

§ 9. Разгрузка, приемка, транспортирование, складирование и хранение арматуры

Чтобы обеспечить сохранность арматуры, разгрузку и погрузку ее для транспортирования на склад и к месту установки выполняют кранами и лебедками. При подъеме арматуры строповку следует производить только за корпус. Запрещается крепить стропы к шпинделям, маховикам, сальникам, а также пропускать тросы сквозь болтовые отверстия. Нельзя сбрасывать арматуру при разгрузке.

Арматура должна быть защищена от атмосферных осадков, для чего следует использовать укрытия. Электроприводы и мелкую арматуру следует хранить в закрытых складах. При хранении на открытой площадке или в помещении без деревянного пола арматуру укладывают на деревянные настилы на высоте не менее 200 *мм* от земли.

На складе арматуру располагают так, чтобы к ней было удобно подходить при осмотре, проверке, маркировке и погрузке.

Арматуру из легированных сталей, предназначенную для паропроводов высокого давления, нужно хранить отдельно от арматуры из углеродистой стали.

При хранении арматуру следует устанавливать на складе шпинделями вверх. Механизмы приводов должны быть закрыты деревянными футлярами, маховики сняты, маскировка на арматуре должна быть хорошо видна, внутренние и наружные обработанные поверхности должны быть покрыты смазкой ПВК (смазка пластичная).

До установки на трубопровод арматуры не разрешается снимать заглушки с боковых патрубков и опробовать вращение привода, так как в случае загрязнения внутренней полости изделия при открывании и закрывании затвора можно повредить его уплотняющие поверхности.

Предохранительную арматуру следует хранить на отдельных стеллажах с соблюдением всех предосторожностей, установленных для хранения приборов. Электроприводы необходимо хранить в упаковке завода.

Арматура, поступающая после ремонта или с заводов-изготовителей. должна иметь защитное покрытие, предохраняющее их от коррозии.

Неокрашенные обработанные поверхности электроприводов должны быть смазаны техническим вазелином.

При длительном хранении следует не реже двух раз в год производить наружный осмотр электропривода и коробки конечных выключателей.

В процессе хранения за арматурой должны наблюдать специально выделенные для этого и прошедшие инструктаж рабочие.

§ 10. Технические требования к установке и эксплуатации арматуры

Арматура, не имеющая внешних повреждений и сохранившая заводское глушение патрубков до монтажа, может быть установлена на трубопровод и пущена в эксплуатацию без входного контроля. В этом случае достаточно произвести снятие заглушек, расконсервацию, замену временной сальниковой набивки на постоянную и настройку в соответствии с требованиями чертежа и инструкции по монтажу и эксплуатации на соответствующее изделие.

Сварка арматуры с трубопроводами должна производиться при частично открытом затворе. Следует обращать особое внимание на исключение попадания сварочного грата и окалины во внутренние полости арматуры и трубопровода.

После прогрева арматуры, гидроопрессовки трубопровода и снятия давления фланцевые соединения корпуса с крышкой арматуры нужно обтягивать дополнительно в определенной последовательности: поочередно диаметрально противоположные гайки.

Задвижки в процессе эксплуатации должны быть либо полностью открыты, либо полностью закрыты. Оставлять затвор в промежуточном положении в период эксплуатации не допускается.

Открытие задвижек, имеющих наружный байпас, надо производить после снижения перепада давления до 0,25 $P_{раб}$, для чего предварительно открывается задвижка или вентиль байпаса. Открытие и закрытие задвижек на полном перепаде давления допускается только в аварийных ситуациях.

При установке задвижек на трубопроводах, где может наблюдаться прогрев задвижки с закрытым затвором (если в средней полости затвора есть вода), необходимо во избежание значительного возрастаний в них давления применять задвижки со сверленной тарелкой со стороны входа среды. Такое исполнение задвижек должно оговариваться заказом. Этим задвижкам дополнительно к номеру чертежа присваивается индекс ***С***.

Эксплуатация регулирующих клапанов допускается при перепаде давления не более 2 *МПа*. Перепад давления на этих же клапанах в режиме пуска до 0,8 $P_{раб}$.

Главные предохранительные клапаны устанавливают в вертикальном положении (крышкой вверх). Отклонение оси клапана от вертикали допускается не более чем 0,3 *мм* на 100 *мм* высоты клапана.

Импульсные клапаны устанавливают на каркасе, который крепится к фундаменту. Отклонение каркаса от плоскостности более 2 *мм*.

Монтаж, настройка и эксплуатация импульсно-предохранительного устройства должны производиться по инструкции предприятия-изготовителя. Настройка ГПК с расходом 700 $^{т}/_{ч}$ на давление срабатывания в интервале 0,1 *МПа* производится с помощью вставки на электроконтактном манометре, который посылает сигнал на электромагниты импульсного клапана.

Работа импульсно-предохранительных устройств должна осуществляться по электрической схеме, в которой предусмотрена возможность принудительного (ручного) открытия и закрытия (подрыва и посадки) главных предохранительных клапанов, посредством переключателя со щита управления.

Перед установкой электропривода на арматуру следует установить коробку концевых выключателей. При этом кулачки коробки концевых выключателей должны быть полностью освобождены от состояния, когда они свободно проворачиваются вокруг оси. При установке необходимо следить за тем, чтобы не было перекосов фланца коробки. Допускается установка между фланцем коробки и приводом прокладки из промасленного картона. Гайки, крепящие коробку, следует застопорить против самоотвинчивания пружинными шайбами. После установки электропривода нужно заполнить корпус редуктора автолом-10 до уровня контрольной

пробки. Все масленки должны быть тщательно набиты солидолом.

При осмотре электропривода в процессе эксплуатации следует проверять наличие смазки в ванне редуктора и в подшипниках электродвигателя.

При использовании колонковых электроприводов совместно с приводными головками следует помнить, что управление маховиком приводной головки при присоединенной штанге невозможно (червячная передача самотормозящая), поэтому ручное управление надо осуществлять через маховик электропривода. Электрическое управление без надежного заземления недопустимо.

Температура окружающего воздуха не должна превышать +50 °*С*. При установке электропривода на горячих трубопроводах необходимо защитить его от воздействия температуры.

Проверку электропривода с арматурой надо производить при наличии рабочего давления в трубопроводе. При этом следует проверить: переключение механизма ручной блокировки из положения электрического управления в положение ручного и наоборот (переключение должно быть легким, без заеданий, пружина должна обеспечивать нормальное сцепление кулачков полумуфт) и работу электропривода при ручном управлении, для чего один раз открыть и закрыть затвор арматуры (вращение маховика должно быть плавным, без заеданий).

Для автоматического и дистанционного управления регулирующими клапанами используют электрические исполнительные механизмы и колонки дистанционного управления (КДУ). Эти устройства требуют надлежащего их сочленения с регулирующими клапанами. Как показывает опыт эксплуатации, правильное сочленение клапанов с исполнительными механизмами приводит к повышению качества работы автоматических регуляторов.

Исполнительный механизм предназначен для работы в стационарных установках внутри помещения и должен монтироваться на полу или на промежуточных конструкциях с горизонтальным расположением вала. Допустимое отклонение от горизонтальной оси до 15° в любую сторону. При установке механизма с наклоном, превышающим ±2°, масло в редукторе заливают до уровня, обеспечивающего погружение в него разбрызгивающей крыльчатки на глубину 8—10 *мм*. Корпус механизма должен быть заземлен через болт проводом сечением не менее 4 *мм*^{2}.

§ 11. Установка энергетической арматуры

Арматура	Диаметр условного прохода D_y, мм	Правила установки на трубопроводе
Вентиль воздушный	6, 10	С подачей среды под золотник и при любом положении шпинделя на горизонтальных участках трубопроводов.
Вентиль	10, 20, 32, 40, 50, 65, 80	Подача среды допускается с любой стороны: устанавливается при любом положении шпинделя как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов, за исключением вентилей с электроприводом, которые можно устанавливать только на горизонтальных участках трубопроводов шпинделями вверх.
Вентили (Т-9б, Т109б, Т-12б, Т-112б, Т-14б, Т-114б)	100, 150	Направление потока среды должно быть только на золотник и при любом положении шпинделя на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов.
Вентили (Т-10б, Т-110б, Т-13б, Т-113б)	100, 150	Подача среды только на золотник, на горизонтальных участках трубопроводов шпинделем вверх.
Задвижки	100—600	Подача среды с любой стороны. В зависимости от рода привода допускается следующая установка задвижек: при оснащении задвижки маховиком как на горизонтальных, так н на вертикальных участках трубопроводов с любым положением шпинделя; при оснащении задвижки приводной головкой с коническим редуктором на горизонтальных участках трубопроводов с положением шпинделя в пределах верхней полуокружности, а на вертикальных участках трубопроводов с горизонтальным расположением шпинделя; при оснащении задвижки приводной головкой с цилиндрическим редуктором на горизонтальных участках трубопроводов с положением шпинделя вверх.
Клапан обратный вертикальный	100—250	На вертикальных участках трубопроводов с направлением потока среды под тарелку.
Клапан обратный горизонтальный	20—300	На горизонтальных участках трубопроводов крышкой вверх с направлением потока среды под тарелку.
Вентиль регулирующий дросселирующий игольчатый	10, 20, 65	При любом положении шпиндели на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов с подачей среды с любой стороны.

Арматура	Диаметр условного прохода D_y, *мм*	Правила установки на трубопроводе
Клапан регулирующий игольчатый	10, 20	На горизонтальных участках трубопроводов шпинделем вверх с подачей среды под иглу (снизу вверх).
Клапан регулирующий многоступенчатый	65	Шпинделем вверх с подачей среды на иглу(сверху вниз).
Клапан регулирующий игольчатый с электроприводом	20, 50, 65	Шпинделем вверх с подачей среды на иглу(сверху вниз).
Клапан регулирующий шиберный	20—300	На горизонтальных участках трубопроводов шпинделем вверх. Подача среды с любой стороны (при наличии уплотнительных поверхностей на обоих седлах).
Клапан регулирующий поворотного типа	50—300	На горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов. Подача среды на гильзу золотника.
Клапан дроссельный шиберный	100—225	В основном на горизонтальных участках трубопроводов с направлением потока среды с любой стороны в одном направлении (при наличии уплотнительных поверхностей на обоих седлах).
Регулирующие клапаны постоянного расхода	50—100	С подачей среды в средний патрубок на горизонтальных участках трубопроводов шпинделем вверх. Управление от колонки автоматического регулирования.
Регуляторы уровня и перелива	80—150	Опорные плоскости лап поплавковой камеры должны располагаться в горизонтальной плоскости, а ось валика рукоятки регулятора находиться в одной плоскости со средним уровнем воды и должна быть выше воронки на 85—90 *мм*.
Дросселирующие устройства	20—50	На горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов подвода охлаждающей воды к охладителям пара РОУ и БРОУ и на линии рециркуляции обратных вертикальных клапанов, устанавливаемых на питательных насосах.
Охладители пара		На горизонтальных участках трубопроводов и охладительных, редукционно-охладительных и быстродействующих редукционно-охладительных установок.
Быстровключающийся клапан (типа главного предохранительного клапана)	150—250	На горизонтальном участке паропровода редукционно-охладительной установки в вертикальном положении перед дроссельным клапаном с подачей среды снизу под тарелку.

Арматура	Диаметр условного прохода D_y, мм	Правила установки на трубопроводе
Главный предохранительный клапан для котлов высоких параметров	125—250	Приваривается к штуцеру барабана (коллектора паропровода) в строго вертикальном положении. Крепится через лапы присоединительного патрубка болтовым соединением к специальной опорной конструкции. Если труба, подводящая пар к главному предохранительному клапану выполнена в виде “калача”, то необходимо обеспечить дренаж их нижней точки колена во избежание гидравлических ударов.
Импульсный клапан с электромагнитным приводом	20	Монтируется с электромагнитным приводом на специальном каркасе. Шпиндель импульсного клапана н электромагниты должны быть установлены строго вертикально.
Главный предохранительный клапан РОУ или БРОУ	200/400 250/400	На паропроводе редуцированного и охлажденного пара РОУ и БРОУ в горизонтальном положении с подачей среды снизу на тарелку.

§ 12. Установка общепромышленной арматуры

Арматура	Диаметр условного прохода D_y, мм	Правила установки на трубопроводе
Вентиль запорный прямоточный	—	В любом рабочем положении. Рабочая среда подается под золотник.
Вентиль запорный диафрагмовый футерованный с электроприводом фланцевым	—	В любом рабочем положении. Рабочая среда подается под диафрагму с любой стороны.
Вентиль запорный сильфонный с электроприводом	—	На горизонтальных участках трубопровода электроприводом вертикально вверх.
Вентиль запорный с электроприводом фланцевый	—	Допускается установка вентиля с горизонтальным расположением шпинделя, если имеется опора под электропривод.
Указатель уровня вентильного типа	—	С горизонтальным расположением штока при вертикальном расположении смотровых стекол.
Кран пробковый проходной сальниковый фланцевый	25, 40, 50, 65, 80, 100	На трубопроводе в любом рабочем положении.
Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая	50, 80, 100, 150, 200	На трубопроводе в любом рабочем положении; при работе с загрязненными средами — только маховиком вверх.
Задвижка параллельная с выдвижным шпинделем фланцевая	100, 150, 200, 250, 300, 400	На трубопроводе в любом рабочем положении — маховиком или гидроприводом вниз. На горизонтальных участках трубопроводов — электроприводом вертикально вверх (допускается устанавливать задвижки горизонтально в положения “на ребро” и “плашмя” при горизонтальном расположении оси электродвигателя, смазывании червячной пары и роликоподшипников густой смазкой и наличии опоры под электропривод).
Клапан обратный	—	На горизонтальных участках трубопроводов крышкой вверх.
Клапан обратный поворотный гуммированный фланцевый	50, 80, 100, 150	На горизонтальных и вертикальных трубопроводах при подаче среды на диск.
Клапан обратный поворотный фланцевый	50, 80, 100, 150, 200	На горизонтальном трубопроводе крышкой вверх, на вертикальном трубопроводе — уплотнительной поверхностью затвора корпуса вверх.

Арматура	Диаметр условного прохода D_y, мм	Правила установки на трубопроводе
Клапан запорный фланцевый с мембранным приводом	65	На трубопроводе в любом рабочем положении.
Клапан мембранный НО и НЗ футерованный фланцевый	50, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300	На трубопроводе в любом рабочем положении.
Клапан отсечной НО и НЗ с пневматическим мембранным исполнительным механизмом	25, 32, 40, 50, 80	На трубопроводе в любом рабочем положении, МИМ вверх.
Клапан предохранительный малоподъемный одно- и двухрычажный фланцевый	25, 40, 50, 80, 100	Вертикально, крышкой вверх с горизонтальным расположением рычага.
Клапан предохранительный полноподъемный пружинный фланцевый	25, 50, 80, 100, 150	Вертикально колпаком вверх.
Клапан регулирующий диафрагмовый с пневматическим мембранным исполнительным механизмом фланцевый	10, 15, 20, 25, 32, 40, 50	На трубопроводе вертикально, МИМ вверх.

Контрольные вопросы

1. Какие данные включает маркировка, нанесенная на горловине или фланце корпуса арматуры?
2. Как устанавливают на трубопроводах вентили, задвижки и клапаны?

ГЛАВА V. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО РЕМОНТУ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

§ 13. Ремонт арматуры без вырезки из трубопровода

Для организации ремонта арматуры без вырезки ее из трубопровода необходимо оснастить рабочее место всеми необходимыми приспособлениями, инструментом, материалами и запасными деталями. Кроме того, необходимо обеспечить: свободный доступ к арматуре, напряжение тока для осветительных и силовых цепей и разводки сжатого воздуха и возможность использования подъемно-транспортных средств.

В отличие от рабочего места эксплуатационного персонала рабочее место слесаря-ремонтника не является постоянным. Поэтому последние должны иметь переносные ящики с набором необходимых слесарных и контрольно-измерительных инструментов, а также приспособления для разборки (сборки) и обработки уплотнительных поверхностей корпусов арматуры. На рабочем месте слесаря-ремонтника должны быть установлены передвижные верстаки.

Для подъема и перемещения тяжелых деталей арматуры можно применять: кран-тележки, переносные краны для ремонта задвижек (рис. 22), ручные тали и т.д.

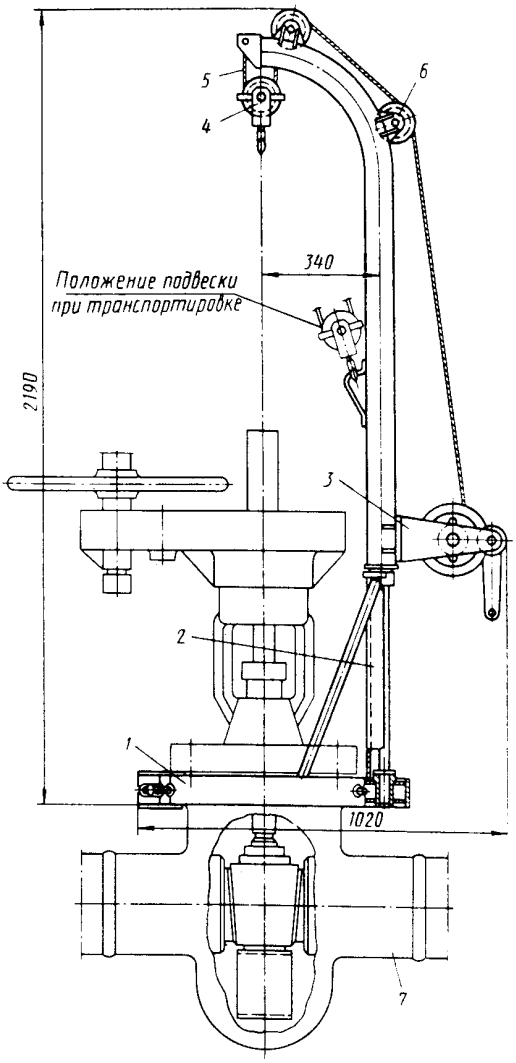


Рис. 22. Переносной кран для ремонта задвижек:

1 — основание, 2 — поворотная колонка, 3 — ручная лебедка,
4 — грузовая подвеска, 5 — каната, 6 — блок, 7 — задвижка

Во многих местах тепловых электрических станций невозможно применить стационарные средства механизации для такелажных работ из-за большой насыщенности трубопровода-

ми. В связи с этим на электростанциях применяются специальные сборные монорельсы. Монорельс выполняют по принципу инвентарных лесов с двутавром, на который подвешивается грузоподъемный механизм. Такой монорельс можно проложить в любом направлении, использовать для ремонта крупной арматуры, расположенной в труднодоступном месте.

На ряде электростанций для механизации такелажных работ при ремонте арматуры применяются гидроподъемники.

Для ускорения ремонта необходимо иметь комплект запасных деталей, которые нужно проверить и подготовить к началу ремонта, а также приспособления, измерительный и вспомогательный инструменты, притирочные и набивочные материалы.

До начала работы слесарь-ремонтник арматуры должен ознакомиться с заданием, рабочим нарядом, технологическим процессом и чертежами. При выполнении работ он должен следить за тем, чтобы детали и необходимые материалы находились на отведенных для них местах. При разборке арматуры детали следует укладывать в ящики, предварительно рассортировав их по назначению и размерам.

Как показывает опыт, при ремонте арматуры на месте установки следует руководствоваться следующими положениями:

1) на месте установки можно производить восстановление уплотнительной поверхности корпуса арматуры шлифовкой и замену изношенных деталей новыми (шпинделей, штоков, тарелок, шиберов, втулок резьбовых, колец сальника, грундбукс, поршневых колец, шпилек, шарнирных болтов, гаек, сальниковой набивки);

2) ремонт уплотнительных поверхностей в корпусах арматуры производится на месте установки обычно в тех случаях, когда вырезать арматуру из трубопровода для отправки ее в мастерскую не целесообразно.

Ответственной и трудоемкой операцией при ремонте арматуры является сборка. Необходимо, чтобы при сборке были выдержаны все допуски и посадки, что обеспечит легкость хода (подвижность) деталей арматуры без приложения дополнительных усилий.

При ремонте арматуры на месте установки наиболее целесообразно применять приспособлений с пневматическим приводом: сверлильные машинки, гайковерты и т.п. При отсутствии сжатого воздуха можно пользоваться электрическим инструментом.

Для обеспечения высокой производительности труда важно создать для рабочего наибольшие удобства, В зависимости от диаметра условного прохода и типа арматуры должны быть организованы рабочие места для:

1) ремонта арматуры (вентили, клапаны) с D_y 10—20 *мм*;

2) ремонта арматуры (вентили, клапаны обратные и регулирующие) с D_y 40—60 *мм*;

3) ремонта арматуры (задвижки, клапаны обратные, регулирующие и дроссельные) с D_y 100 *мм* и выше;

4) ремонта импульсно-предохранительных устройств.

Чтобы обеспечить все операции по ремонту определенного типа арматуры, начиная от разборки и проверки технического состояния отдельных деталей и кончая сдачей отремонтированной арматуры и проверкой качества ремонта в эксплуатационных условиях, в состав бригады включают рабочих разных специальностей. Организация комплексной бригады, состоящей из 3—4 рабочих разных специальностей, позволяет сократить сроки ремонта, повысить качество работы и производительность труда.

Ремонт одной единицы арматуры с D_y 10—20 *мм* на месте установки производится слесарем 4-го разряда, а ремонт группы арматуры с D_y 10—20 *мм* — бригадой в количестве трех человек (слесарь 4-го разряда — 1 чел., слесарь 3-го разряда — 1 чел., слесарь 2-го разряда — 1 чел.). Ремонт одной единицы арматуры с D_y 40—60 *мм* на месте установки производят два человека (слесарь 4-го разряда — 1 чел. и слесарь 2-го разряда — 1 чел.). Ремонт одной единицы арматуры с D_y 100 *мм* и выше на месте установки производится бригадой в количестве трех человек (слесарь 5-го разряда — 1 чел., слесарь 3-го разряда — 1 чел., слесарь 2-го разряда — 1

чел.) .

Бригаду возглавляет бригадир, который является старшим рабочим в бригаде. На должность бригадира может быть назначен наиболее квалифицированный рабочий, умеющий выполнять все поручаемые бригаде работы, кроме ответственных сварочных работ.

Основные операции при ремонте арматуры на месте установки следующие: разборка; осмотр и дефектация; восстановление уплотнительной поверхности корпуса; восстановление уплотнительной поверхности тарелки (шибера); сборка с заменой изношенных деталей.

Восстановление уплотнительной поверхности тарелки (шибера) производится в мастерской.

§ 14. Ремонт арматуры с вырезкой из трубопровода

По данным обследования тепловых и атомных электростанций количество арматуры, подлежащей ежегодному капитальному ремонту (в заводских условиях), составляет 20—30% количества арматуры, установленной на одном энергоблоке (установке). Такой объем ремонтируемой арматуры в обычных условиях требует значительного количества ремонтного персонала и увеличивает время простоя основного энергооборудования в ремонте. Высокая трудоемкость ремонтных работ заставляет искать новые организационные формы ремонта, которые должны лечь в основу ремонта арматуры.

На основании изучения состояния существующей организации ремонта трубопроводной арматуры ряда электростанций и ремонтных предприятий разработаны предложения по улучшению организации ремонта арматуры. Сущность этих предложений состоит в индустриализации и централизации ремонта арматуры.

Индустриализация и централизация способствуют переходу ремонта к более высокому организационному типу — серийному, сближающему ремонт с технологическим процессом серийного арматуростроения, обеспечивают возможность применения новой техники и прогрессивной технологии. Такая форма эффективна при капитальном ремонте арматуры, т.е. в заводских условиях, С этой целью необходимо создание ремонтных баз (цехов) по индустриально-заводскому ремонту,

На рис. 23 приведена планировка участка по ремонту арматуры при ремонтно-механическом цехе электростанции. Участок должен быть оснащен необходимым стандартным и нестандартным оборудованием, обеспечивающим ремонт крупной и мелкой арматуры. К этому оборудованию относятся металлообрабатывающие станки, приспособление для ремонта арматуры в мастерской и на месте установки, стенды для разборки, сборки и гидравлического испытания, оборудование для химико-термической обработки деталей.

Участок по ремонту состоит из следующих основных отделений: слесарного (разборка, сборка, притирка и пр.); станочного (изготовление деталей, обработка уплотнительных поверхностей, подгонка сопрягаемых деталей и пр.); азотирования и химического никелирования; наплавки и сварки; гидроиспытания.

Трубопроводная арматура, поступающая в ремонт, разгружается на специально оборудованную для этого площадку и на тележке (электрокаре) подается на участок ремонта, где очищается от грязи.

Крупную арматуру (задвижки с D_y 100 *мм* и выше) устанавливают на стендах 6 и 7, предохранительную (главный клапан) — на стенде 4, вентили с D_y 50 *мм* — на стенде 3, мелкую с D_y 10—20 *мм* — на стендах 2, закрепленных на верстаках 1.

При разборке арматуры дефектные детали (шпиндели, штоки, тарелки, шиберы, седла и т.п.) складывают в специальную тару. Эти детали могут быть использованы для изготовления идентичных деталей более мелкой арматуры.

Наплавка уплотнительных поверхностей арматуры, заварка дефектов в корпусах и крышках производится в сварочно-наплавочном отделении, а химико-термическая обработка деталей — в отделении азотирования и химического никелирования.

Притирка уплотнительных поверхностей в корпусах крупной арматуры производится на притирочном станке 10 или переносными приспособлениями, мелкой арматуры — на четырехшпиндельном станке 8. Притирка тарелок, седел и шиберов производится на плоскоприти-

рочном станке 7.

Для ремонта фланцевой арматуры низкого и среднего давлений требуется большое количество паронитовых прокладок, поэтому на участке предусмотрено приспособление.

С целью гидравлических испытаний арматуры на плотность и прочность на участке ремонта трубопроводной арматуры предусмотрены гидравлический пресс 18 и стенды 19, 20, 21 для установки и зажима арматуры.

Транспортировка деталей к металлорежущим станкам на сварочно-наплавочном участке, а также на термическом участке производится с помощью ручной тележки. На участке ремонта трубопроводной арматуры при транспортировке арматуры используют подвесной электрический одноблочный кран.

Контрольные вопросы

1. Какие работы производятся при ремонте арматуры без вырезки из трубопровода?
2. Какие рабочие места должны быть организованы при ремонте арматуры без вырезки из трубопровода?
3. Какой состав бригады должен быть при ремонте арматуры с D_y 100 *мм* н выше без вырезки из трубопровода?
4. Из каких отделений состоит арматурный участок?

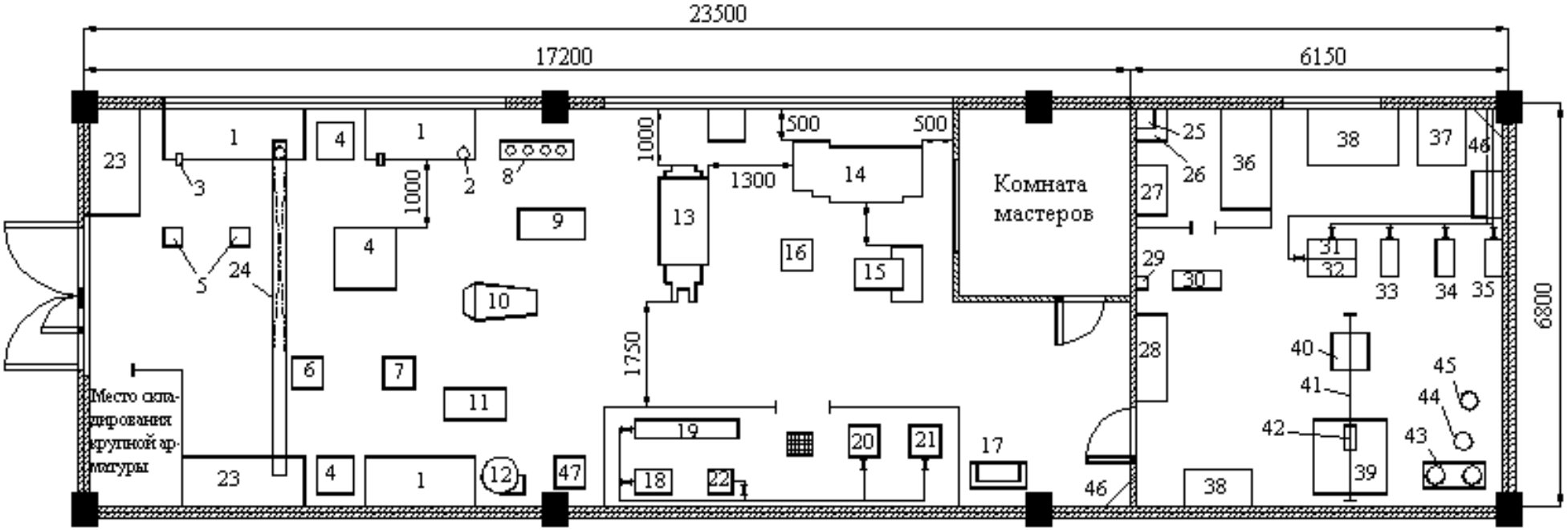


Рис. 23. Схема планировки участка по ремонту арматуры:

I — отделение ремонта арматуры, II — химико-термическое отделение; 1 — верстак, 2 — слесарные тиски, 3 — стенд для сборки и разборки вентилей с D_y 10—20 мм, 4 — стенд для сборки н разборки ГПК, 5 — стенд для сборки и разборки вентилей с D_y 50 мм, 6, 7 — стенды для сборки и разборки крупной арматуры с D_y 100—450 мм, 8 — станок для притирки вентилей, 9 — станок, для вырезки паронитовых прокладок, 10 — двухшпиндельный станок для притирки арматуры, 11 — стенд для испытания и наладки электроприводов, 12 — станок для притирки тарелок шиберов, 13 — универсально-фрезерный станок, 14 — токарно-винторезный станок, 15 — вертикально-сверлильный станок, 16 — тумбочка для инструмента, 17 — точильный станок, 18 — гидропресс, 19 — стенд для гидравлического испытания вентилей с D_y 10—50 мм, 20 — стенд для гидравлического испытания фланцевой арматуры, 21, 22 — приспособление для опрессовки асбестовых колец, 23, 28 — стеллаж, 24 — кран-балка, 25 — вытяжной вентилятор, 26 — ванна для промывки деталей в бензине, 27 — стол, 29 — выпрямитель, 30 — ванна для электролитического обезжиривания, 31 — ванна для промывки деталей в холодной воде, 32, 35 — ванны для промывки деталей в горячей воде, 33 — ванна химического декопирования, 34 — ванна химического никелирования, 36 — эмалированная ванна для приготовления раствора, 37 — шкаф, 38 — стол, 39 — печь для азотирования, 40 — муфель, 41 — монорельс, 42 — электрическая таль. 43 — баллоны с аммиаком. 44 — емкость для растворения аммиака, 45 — осушитель аммиака, 46 — умывальник, 47 — бак для промывки деталей.

ГЛАВА VI. **СТАНКИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА АРМАТУРЫ**

§ 15. Станки и приспособления для ремонта арматуры в цехе (на участке)

В целях повышения качества ремонта трубопроводной арматуры и производительности труда следует максимально внедрять наиболее прогрессивные конструкции станков, приспособлений (стенды) и инструменты, разработанные рационализаторами электростанций и ремонтных предприятий, проектными и конструкторскими организациями, арматурными заводами.

Приведем ряд наиболее рациональных конструкций станков и приспособлений для ремонта арматуры в цехе (на участке) и на месте ее установки без вырезки из трубопровода, оправдавших себя на практике.

При ремонте арматуры наиболее трудоемкими операциями являются разборка и сборка. Для этого на электростанциях и ремонтных предприятиях применяются следующие стенды: для ремонта вентилей с D_y 10—20 *мм*; для сборки и разборки вентилей с D_y 50 *мм*; для сборки и разборки арматуры с D_y 100 *мм* и более и пневматические поворотные тиски для вентилей с D_y 10—50 *мм*.

Приспособление для притирки тарелок, седел и шиберов. Приспособление (рис. 24) разработано с использованием колонкового электропривода *1* Чеховского завода энергетического машиностроения. Для установки притирочной плиты *2* необходимо на верхнем конце вала *3* червячного колеса сделать квадрат. На плоскость притира устанавливают детали *4*, подлежащие притирке. В свободном состоянии деталь удерживается на месте с помощью дуги *5*. На таком приспособлении можно одновременно притирать две детали и более.

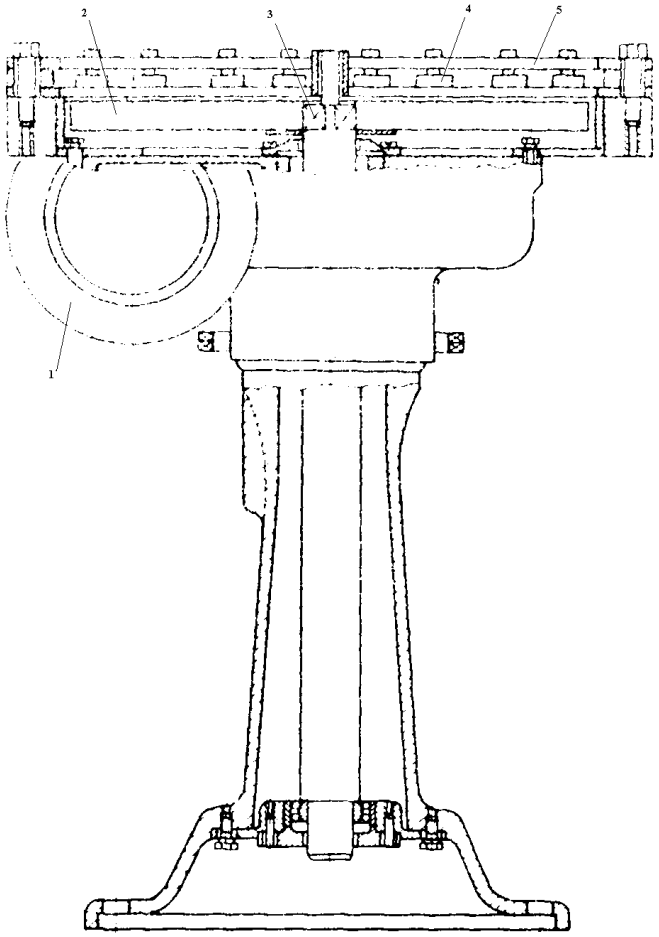


Рис. 24. Приспособление для притирки тарелок, седел и шиберов.

Двухшпиндельный притирочный станок. Станок (рис. 25) предназначен для притирки вентилей и клапанов с D_y 10—65 *мм*. Вращение от электродвигателя *1* через червячный редуктор *2* с помощью механизма переключения *3* передается на фрикционный механизм *4*. Возвратно-поступательное движение шпинделя *8* осуществляется за счет сцепления диска *5* с секторами *6*, которые находятся на ведущем диске *7* фрикционного механизма. К шпинделю с помощью головки *9* крепится скалка *10*, на конец которой устанавливается соответствующий притир. Обрабатываемая арматура закрепляется втулкой *11* и винтом *12*. На станке одновременно могут обрабатываться две детали.

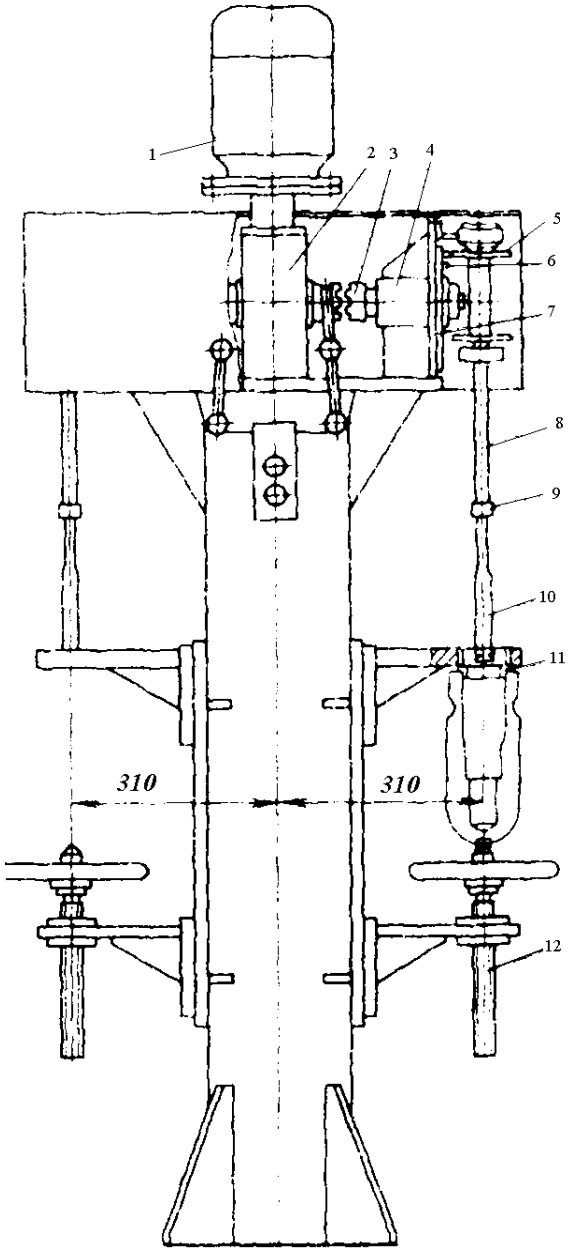


Рис. 25. Двухшпиндельный притирочный станок.

Станок для притирки клиньев клиновых задвижек. Станок (рис. 26) предназначен для притирки уплотнительных поверхностей клиньев клиновых задвижек. При замене сменных сепараторов можно обрабатывать притиры для притирки корпусов этих же задвижек.

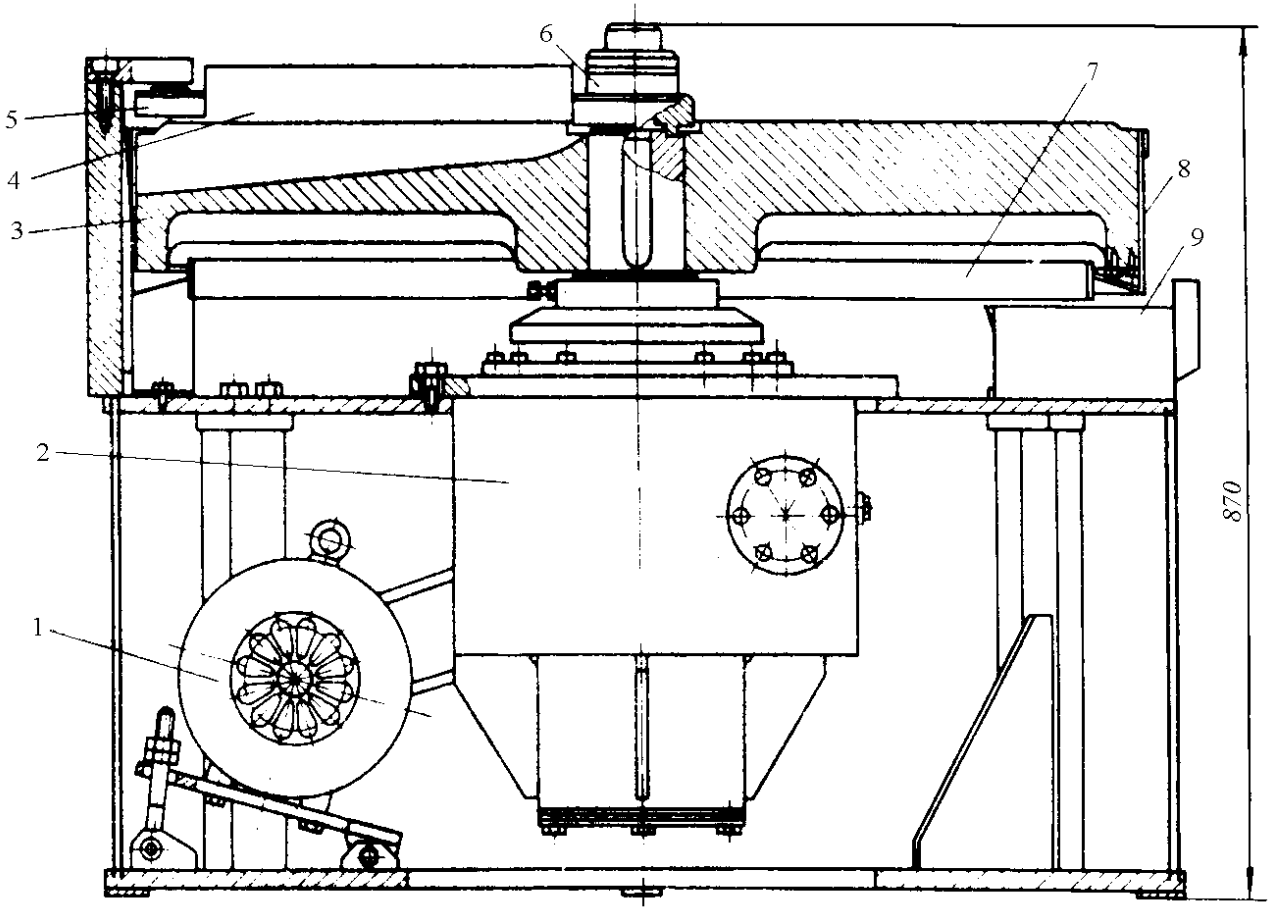


Рис. 26. Станок для притирки клиньев клиновых задвижек.

Вращение от электродвигателя *7* через червячный редуктор *2* передается на притирочный диск *3*. Сепараторы *4*, в которые устанавливаются притираемые детали, лежат на притирочном диске и опираются перфорированной частью на два ролика *5* и *6*, расположенные в центре диска и на его окружности. Под притирочным диском находится желоб *7* для стока использованной притирочной смеси, которую скребок *8* сбрасывает в кружку *9*. Необходимая нагрузка на притираемую поверхность создается противовесом, устанавливаемым на притираемую деталь. Управление станком кнопочное.

Станок для шлифовки уплотнительных поверхностей арматуры до D_y 600 *мм*. Шпиндель станка *7* (рис. 27) получает вращение от электродвигателя *2*. На шпинделе закреплен шлифовальный круг *5*. Обрабатываемая арматура закрепляется в токарном патроне, который приводится во вращение приводом, установленным в столе *9*. Возвратно-поступательное перемещение подъемно-поворотного механизма *5* производится от электродвигателя.

Подвод шпинделя к обрабатываемому изделию осуществляется маховиком *4*, отвод подъемно-поворотного механизма и поворот вокруг колонны *3* — вручную с помощью рукоятки. При этом зажимный хомут *7* должен быть освобожден.

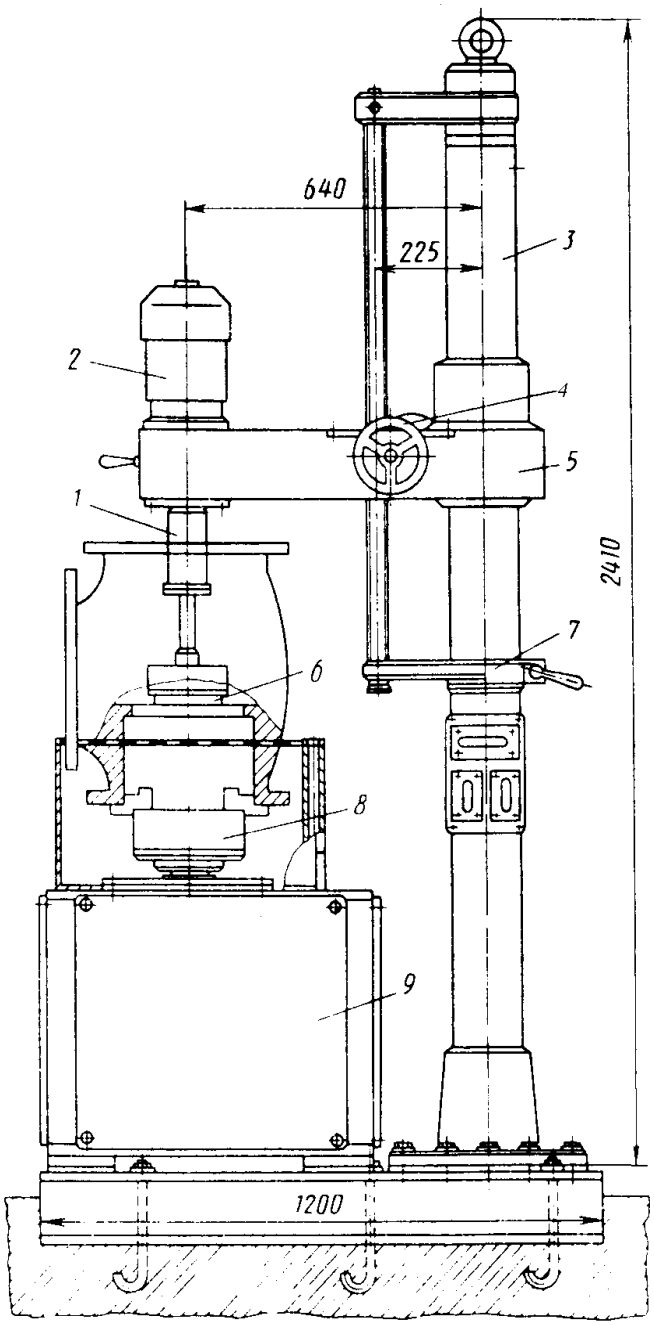


Рис. 27. Станок для шлифовки уплотнительных поверхностей арматуры до D_y 600 *мм*.

Приспособление для вырезки мягких прокладок. Приспособление (рис. 28) предназначено для вырезки круглых прокладок диаметром до 500 *мм*, а также для прямолинейной и фигурной резки мягких листовых материалов.

Приспособление состоит из рамки *1*, по которой передвигается верхний центр *2*. На нижней части рамки установлена шкала *9* и нижний центр *8*, перемещающийся по рамке. Прокладка *10* прижимается этими центрами.

Вращение от пневмопривода *4* передается на червячный редуктор *5* и ведущий нож *3*. Ведомый нож *7* устанавливается так, чтобы его режущая кромка совпадала с режущей кромкой ведущего ножа, и контролируется фиксирующим устройством *6*. Резка круглых прокладок осуществляется вращением центров *2* и *8* вручную. Резка прямоугольных прокладок производится без применения центров.

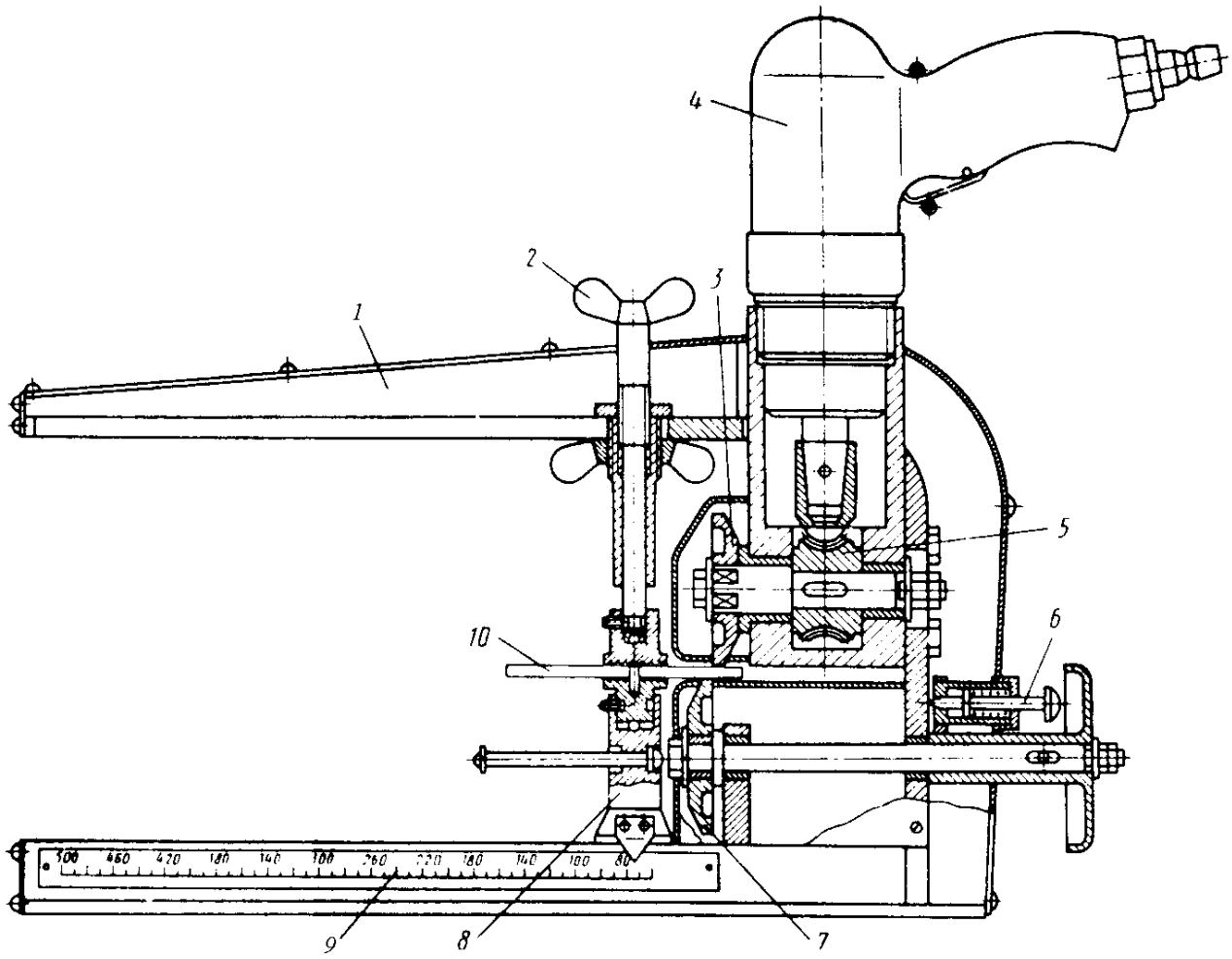


Рис. 24. Приспособление для вырезки мягких прокладок до диаметра 500 *мм*.

Приспособление для прессования сальниковых колец арматуры. Приспособление (рис. 29) предназначено для прессования сальниковых колец уплотнения шпинделя (штока) с сальниковой камерой и уплотнения бесфланцевого соединения корпуса с плавающей крышкой арматуры на высокие и сверхвысокие параметры. Размеры прессуемых колец: наибольший — 270×300 *мм*, наименьший — 14×24 *мм*.

Управление приспособлением осуществляется вентилями *5*. Прессование колец производится следующим образом: пуансон *2* отводится в нижнее положение и в кольцевой зазор матрицы *3* укладывается набивка с прослойкой графита. Кольца укладываются на полную высоту матрицы, которая запирается крышкой *4*. Давлением от гидропресса дается рабочий ход поршню *7*, пуансон перемещается вверх и производит прессование колец. После прессования поршень отводится в нижнее положение, крышка отводится в сторону и поворотным рабочим ходом спрессованные кольца выталкиваются из матрицы.

В зависимости от размеров сальниковых колец пуансон и матрица могут легко заменяться.

По сравнению с существующими приспособлениями для прессования сальниковых колец указанное приспособление является более комплектным, высокопроизводительным, обеспечивает необходимое усилие при прессовании.

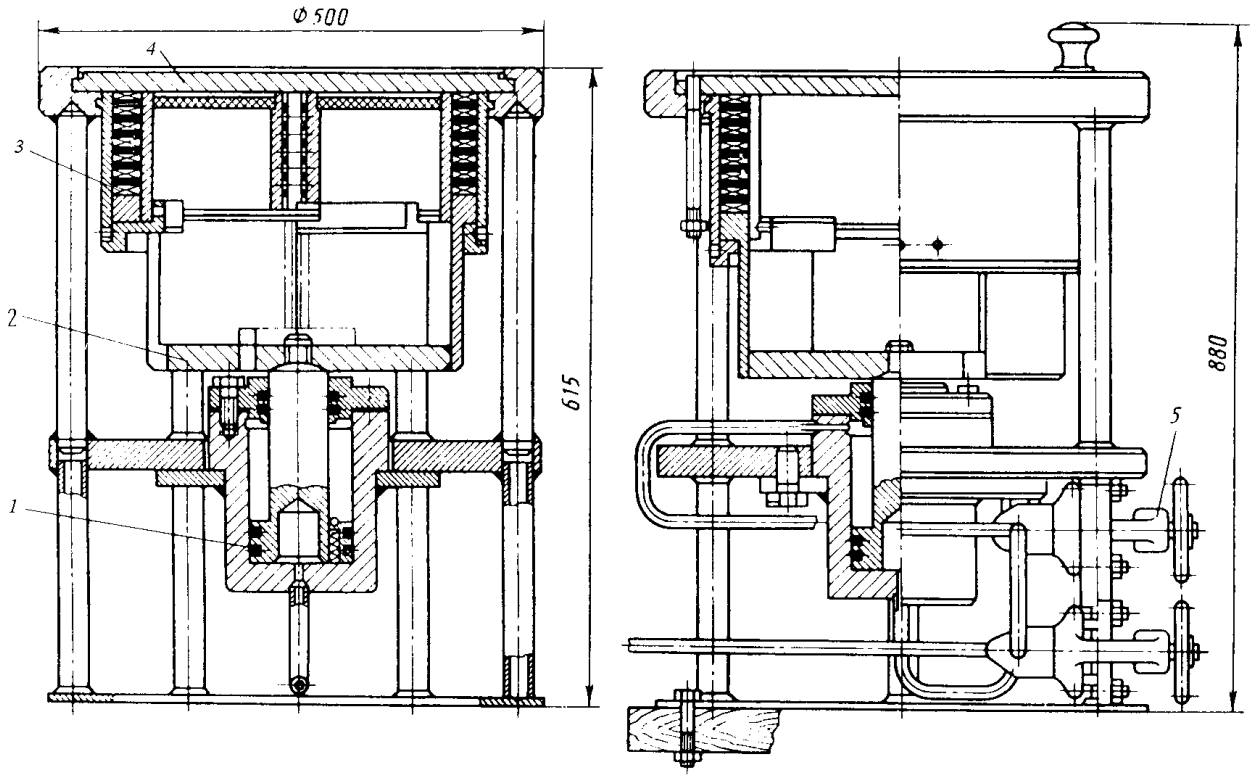


Рис. 29. Приспособление для прессования сальниковых колец арматуры

Стенд для гидравлического испытания арматуры. Стенд (рис. 30) предназначен для гидравлического испытания вентилей с D_y 10—50 *мм* и состоит из передней и задней опор, соединенных между собой тягами и опорами из уголка. В задней опоре *7* установлена заглушка *3* со штуцером *2* и конусным наконечником *4*. Выходное отверстие патрубка вентиля сопрягается с наконечником *5*, который перемещается с помощью упорного штока *6*. Подвод воды осуществляется через штуцер *2*. Приспособление, изображенное на рис. 31, предназначено для гидравлического испытания задвижек через дренажное отверстие в корпусе. Испытуемая задвижка устанавливается на стенд. Приспособление с помощью штуцера 2 закрепляется к корпусу задвижки. Вода от гидропресса по трубке *1* подается в полость корпуса. Необходимая плотность соединения корпуса задвижки со штуцером и штуцера с трубкой обеспечивается резиновым уплотнением и бронзовой втулкой *3*.

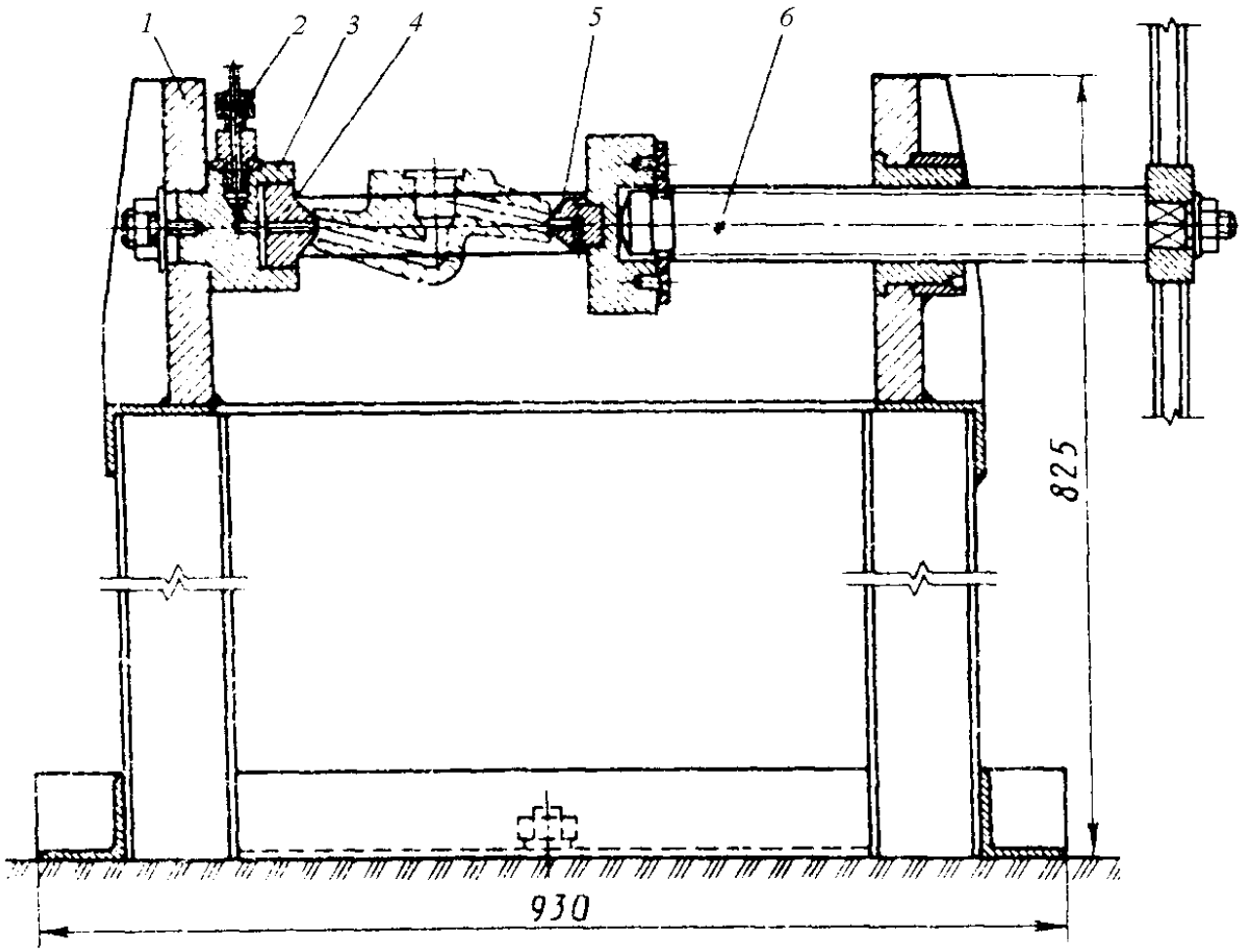


Рис. 30. Стенд для гидравлического испытания вентилей с D_y 10—50 *мм*.

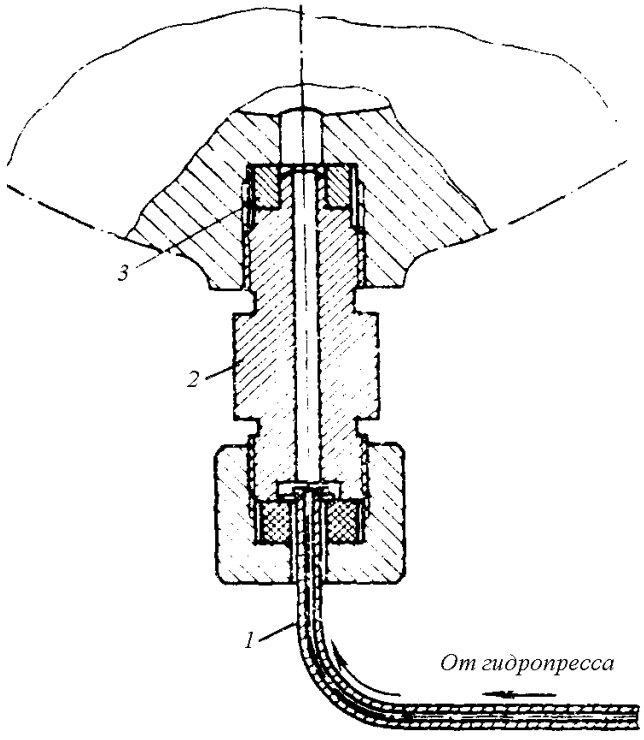


Рис. 31. Приспособление для гидравлического испытания задвижек через дренажное отверстие.

Стенд для испытания и регулировки электропривода. Стенд (рис. 32) предназначен для испытания и регулировки электроприводов на требуемый крутящий момент. Электропривод устанавливается на фланец *3* или на сменную втулку в зависимости от типа электропривода и закрепляется двумя установочными винтами, после чего электропривод подключается к электрической схеме управления. От приводного вала электропривода вращение передается валу *2* и шкиву *4*. Нагрузка на электропривод создается с помощью маховика, который стягивает хомуты *1*, фрикционными лентами тормозит шкив. На конце хомута укреплен динамометр *5*, который фиксирует фактическую нагрузку.

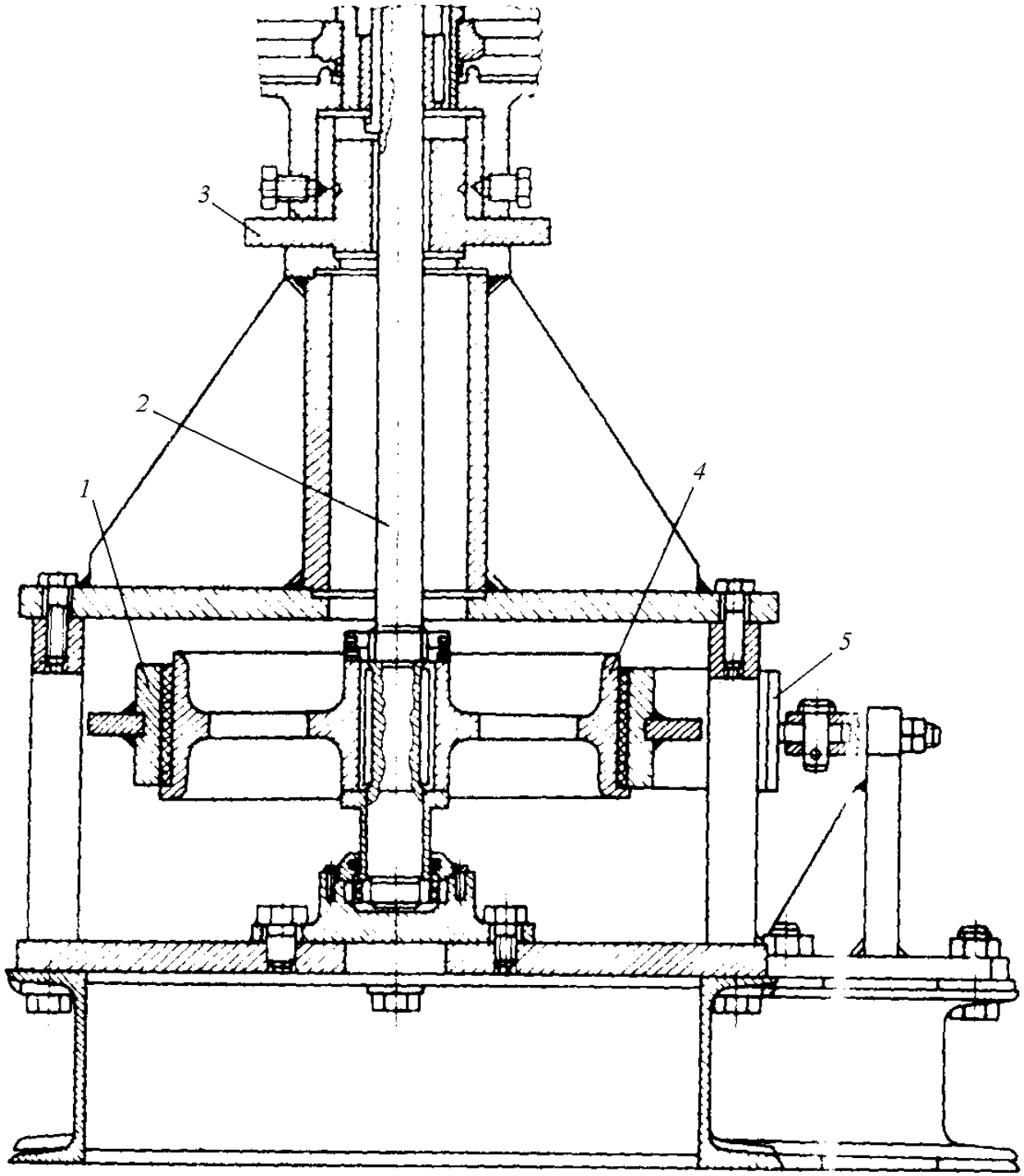


Рис. 32. Стенд для испытания и регулировки электроприводов.

На таком стенде можно испытать электропривод при вращении приводного зала вправо и влево.

Приспособление, изображенное на рис. 33, служит для обработки уплотнительных поверхностей в корпусах вентилей с D_y 10—50 *мм* до и после наплавки. Технологической базой при обработке корпусов вентилей с D_y 10—20 *мм* является обработанная фаска корпуса, для корпусов вентилей с D_y 50 *мм* — плоскость в корпусе под прокладку, фиксируемая сменной втулкой.

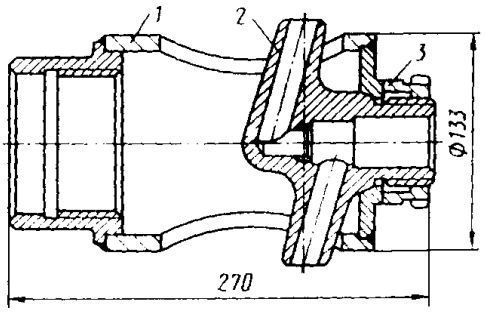


Рис. 33. Приспособление для проточки уплотнительных поверхностей корпусов вентилей сD_y 10—20 *мм*:

1 — разделка с вспомогательной подкладкой, *2* — разделка с применением вставки, *3* — гайка.

Приспособление для проточки уплотнительных поверхностей седел задвижек на токарном станке. Приспособление (рис. 34) состоит из планшайбы *7*, корпуса *2*. Седло задвижки устанавливается в корпусе *2* и закрепляется винтом *3*.

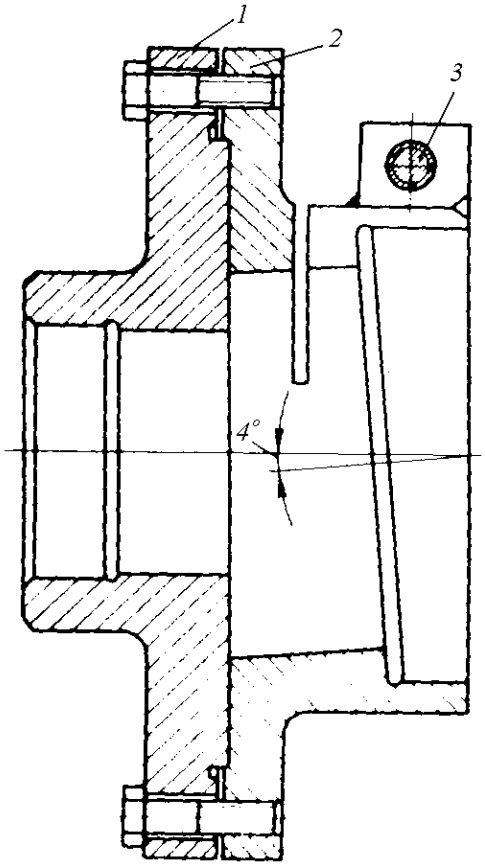


Рис. 34. Приспособление для проточки уплотнительных поверхностей седел задвижки.

Приспособление для изготовления гребенчатых прокладок диаметром от 22 до 465 *мм*. Основные детали приспособления (рис. 35): корпус *1*, ходовой винт *2*, резцедержатели (левый *3* и правый *4*). В резцедержателях закрепляются специальные резцы (гребенки) *5*. В правом резцедержателе для вырезки прокладки устанавливают отрезной резец. Перемещение

резцедержателей с резцами осуществляется ходовым винтом. Заготовку *6* устанавливают на оправке *7*, которая крепится в патроне токарного станка. Все приспособление закрепляется в суппорте токарного станка.

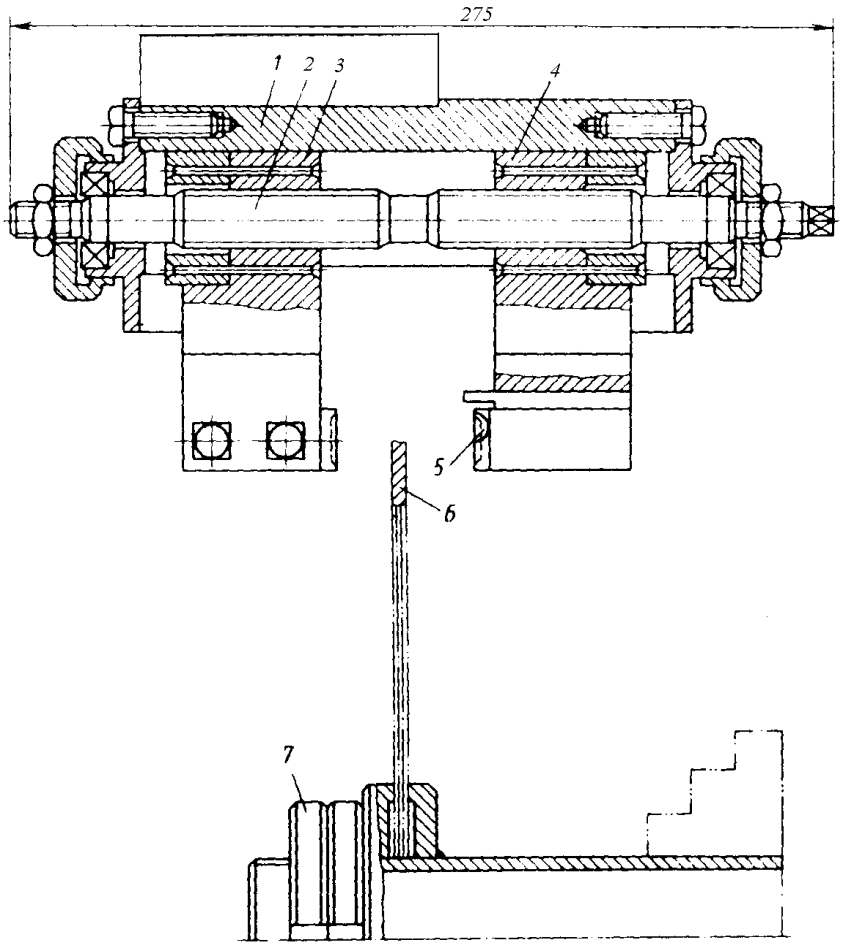


Рис. 35. Приспособление для изготовления гребенчатых прокладок.

Ротационная накатка. Ротационная накатка (рис. 36) предназначена для чистовой обработки уплотнительных поверхностей деталей, арматуры (тарелок, шиберов) в условиях мастерских электростанций и ремонтных предприятий.

Сущность процесса накатывания заключается в том, что предварительно обработанная резанием поверхность подвергается накатыванию свободно вращающимися шариками. В результате давления шарика на обрабатываемую поверхность происходит пластическое деформирование поверхностного слоя.

Беговая дорожка, образованная двумя коническими поверхностями колец *2* и *4*, расположенными концентрично в корпусе *1*, заполнена шариками *3*. Сепаратор *11* удерживает шарики на беговой дорожке и вращается вокруг оси корпуса на шарикоподшипнике *10*. При вращении корпуса шарики вращаются по беговой дорожке вокруг собственных осей и одновременно совершают поступательное движение по обрабатываемой плоскости. Приспособление (инструмент) крепится на шпинделе станка оправкой *5*, сочлененной с корпусом *1* посредством пружинного амортизатора *6*. К оправке жестко прикреплен винтами поводковый фланец *9*. Вращение корпуса *1* передается посредством поводковых пальцев. Корпус удерживается в осевом положении с помощью направляющего пальца *7*. Зазор между пальцем *7* и фланцем *9* и наличие тарельчатых пружин *8* позволяют шарикам самоустанавливаться на обрабатываемой поверхности и производить накатывание с определенным давлением. Изменение давления накатывания производится за счет сжатия тарельчатых пружин, т.е. путем изменения расстояния между поводковым фланцем и корпусом.

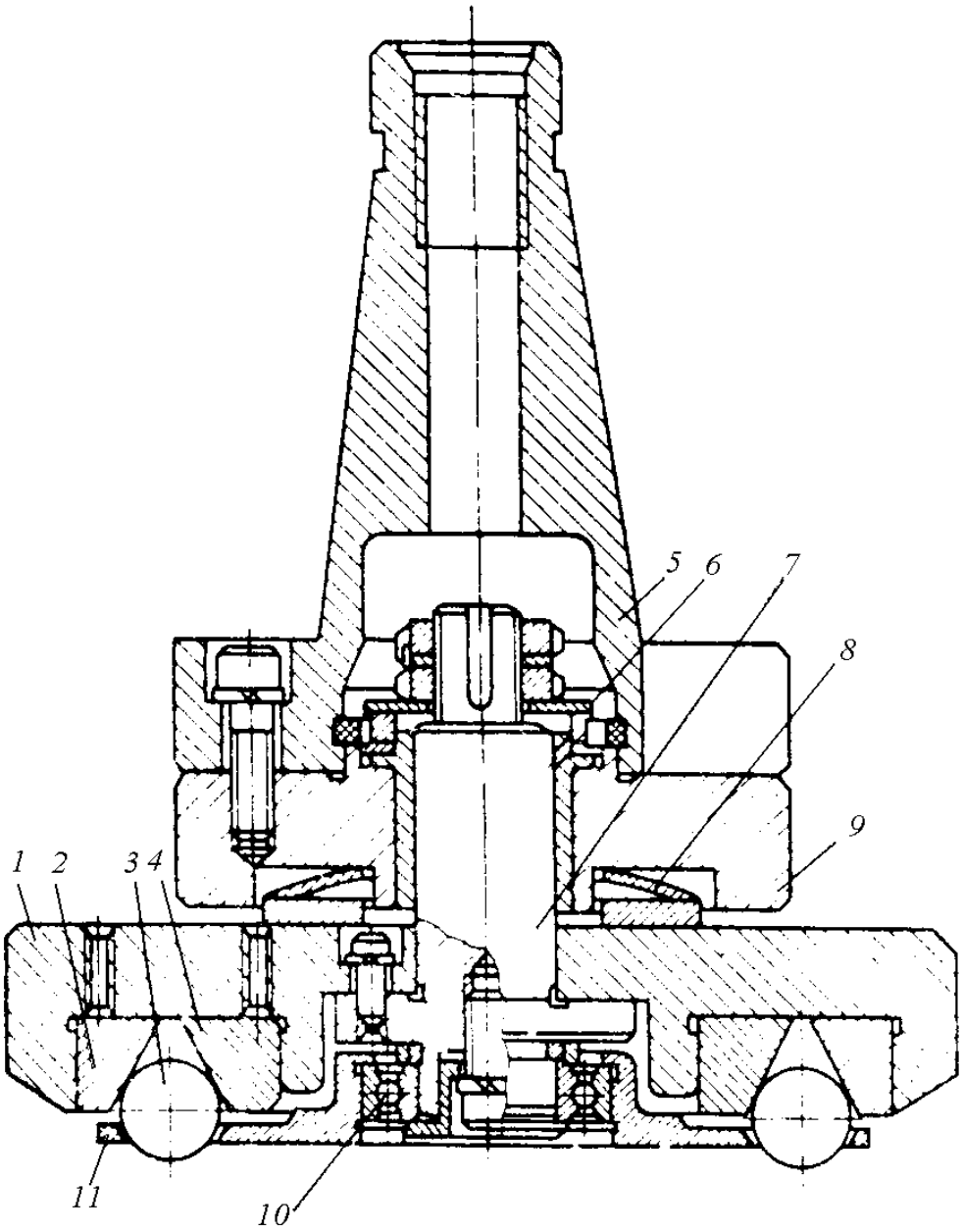


Рис. 36. Ротационная накатка для обработки уплотнительных поверхностей тарелок и шиберов.

Процесс накатывания наряду со значительным улучшением чистоты поверхности повышает эксплуатационные качества поверхностного слоя и долговечность работы детали.

§ 16. Приспособления для ремонта арматуры на месте установки

Приспособление для шлифовки седел вентилей с D_y 50 *мм*. Приспособление (рис. 37) предназначено для шлифовки седел вентилей на месте установки и состоит из привода *1*, жестко соединенного с корпусом *2*, в котором вращается шпиндель *4* с подпружиненным абразивным кругом *8*. Приспособление закрепляется с помощью трех губок *6* за выточку в корпусе вентиля *7*. Конические хвостовики губок охватываются конусной втулкой *5*, перемещающейся по корпусу под воздействием гайки *3*, связанной с корпусом.

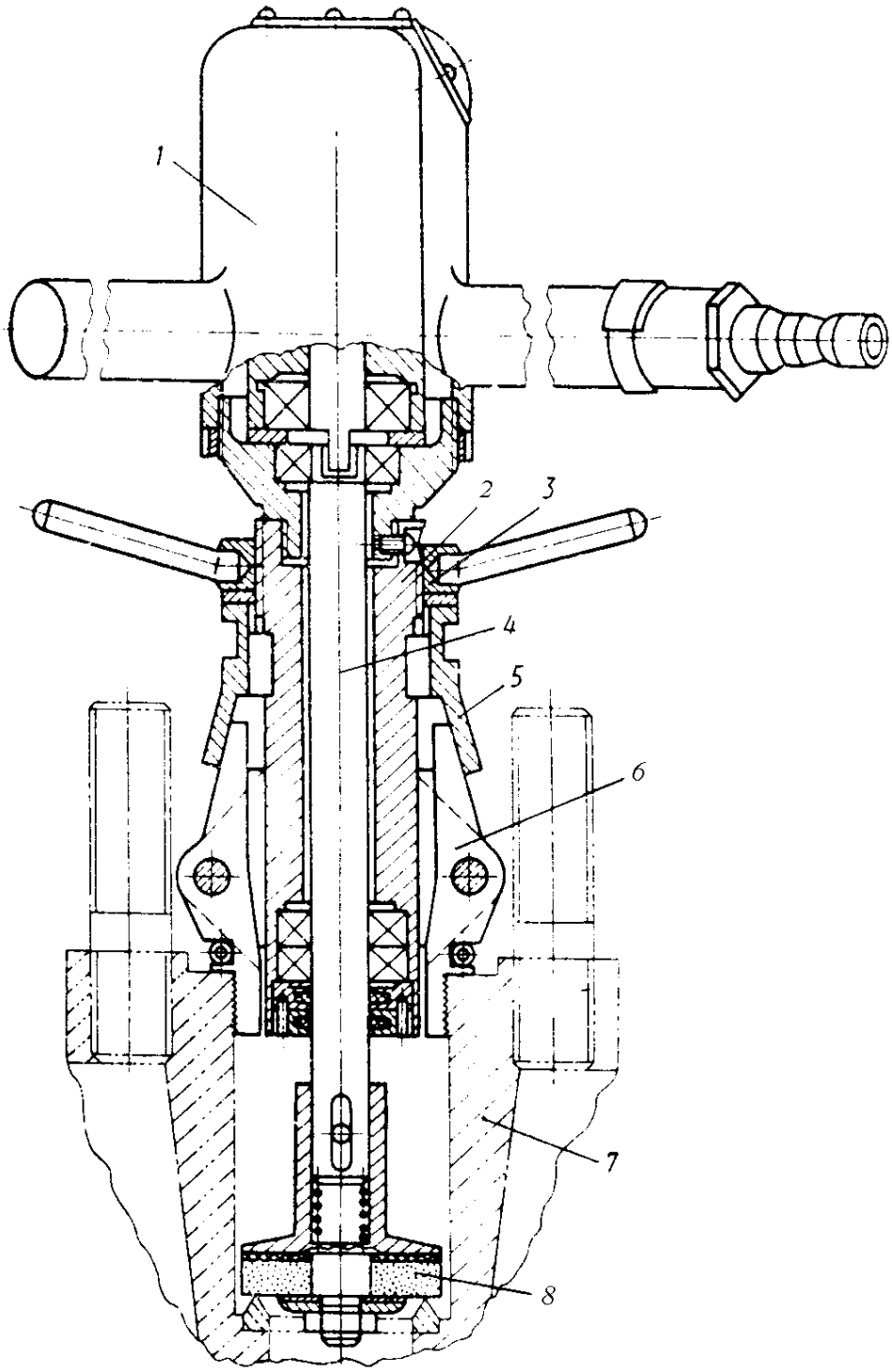


Рис. 37. Приспособление для шлифовки седел вентилей D_y 50 *мм*.

При вращении гайки конусная втулка, перемещаясь, давит на конусные хвостовики лапок, установленных на осях, которые разжимаются и закрепляют приспособление в корпусе вентиля.

Приспособление для шлифовки седел бесфланцевых задвижек на месте установки. Приспособление (рис. 38) предназначено для шлифовки седел бесфланцевых задвижек на месте их установки при ремонте. Оно может быть использовано для шлифовки седел других задвижек, в том числе фланцевых с параллельными седлами. Приспособление состоит из привода *1*, корпуса *2*, имеющего вид трубы с коническим редуктором *4*, шпинделя *3*, подпружиненного абразивного круга *5*, установленного на валике *6* в двойном шарнире.

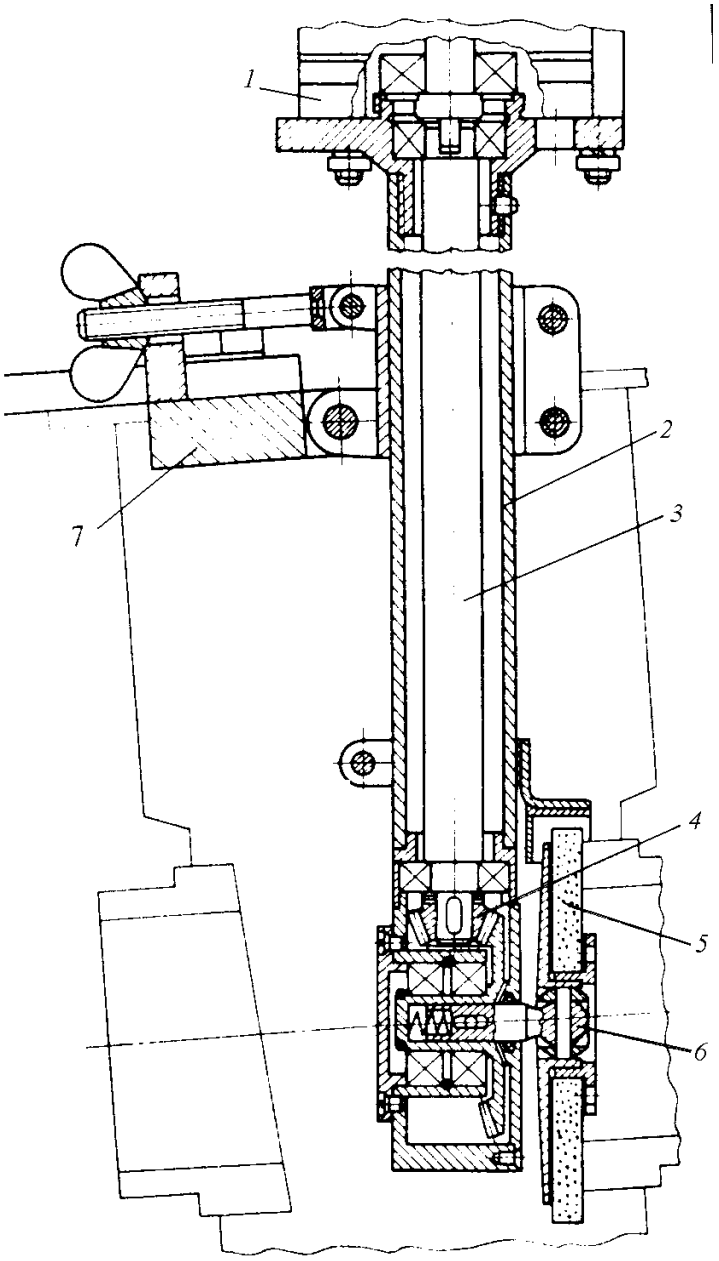


Рис. 38. Приспособление для шлифовки седел бесфланцевых задвижек.

На корпусе имеется специальное устройство для качания абразивного круга и универсальный механизм *7* для закрепления приспособления на корпусе задвижки и установки корпуса для осмотра шлифуемой поверхности.

Приспособление для притирки уплотняющих поверхностей задвижек с D_y 250—300 *мм*. Приспособление (рис. 39) предназначено для притирки уплотняющих поверхностей задвижек с D_y 250—300 *мм*. Вращение от электрической сверлильной реверсивной машины передается через переходник *7* на зубчатую коническую пару *6* и через поводок *7* на притир *8*. Притир по отношению к оси вращения выполнен эксцентрично, благодаря чему он совершает сложное движение по отношению к притираемой поверхности, а именно: вращение вокруг своей оси и вокруг оси эксцентрика. Для получения поверхности необходимой чистоты нужно притир прижать к обрабатываемой поверхности с усилием 0,09 *МПа*. Усилие прижима создается пружиной *2*, которая, действуя через рычаг *3* на ось поводка, передает усилие на притир. Настройку пружины осуществляют путем вращения гайки *4*. Приспособление оснащено призмами: одной подвижной и двумя неподвижными. Призмы, двигаясь по наклонной плоскости клина, упираются в выступ задвижки и закрепляют приспособление. Для того чтобы установить приспособление на нужную глубину, используют винт *5*.

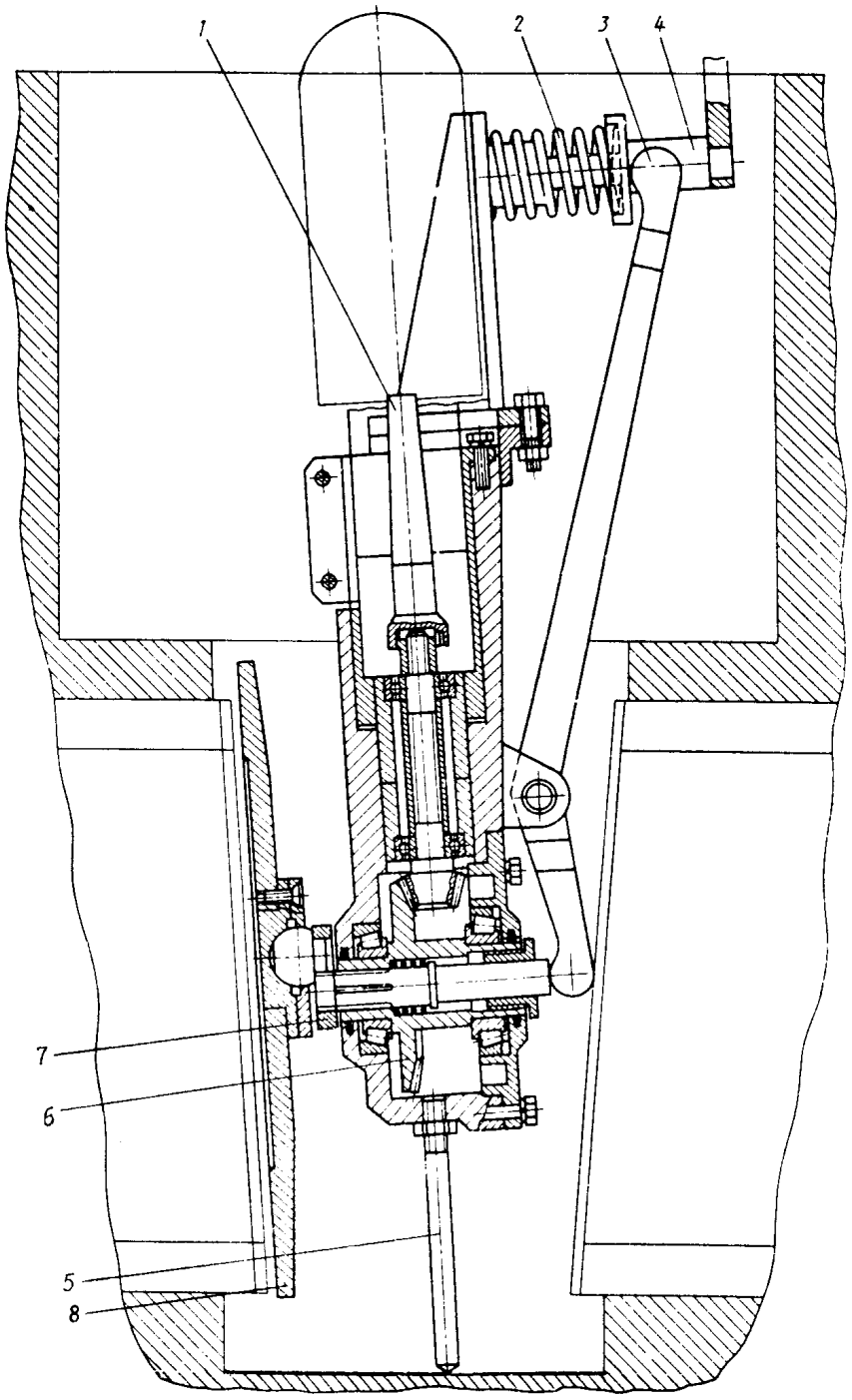


Рис. 39. Приспособление для притирки уплотнительных поверхностей задвижек с D_y 250—300 *мм*.

Приспособление для шлифовки уплотнительных поверхностей корпусов задвижек с D_y 100-300 *мм* под гребенчатые прокладки. Шлифовальный круг *7* (рис. 40) получает вращение от турбинки *2*, работающей на сжатом воздухе, который подается через вентиль *6*. Осевая подача шлифовального круга осуществляется механизмом подачи *3*, круговая подача шлифовального круга и корпуса *8* относительно оси приспособления — червячной парой *4* вручную. Приспособление устанавливают в корпусе арматуры и крепят механизмом зажима в проточке корпуса. Механизм зажима состоит из винта *5* с резьбой в верхней части и с тремя тягами *10*, соединенными с кулачками *11* в нижней части. При вращении гайки *7* с тремя сухарями винт, соединенный с ней резьбой, перемещается, сдвигая или раздвигая кулачки. Планки *9*, установленные на кулачках с помощью болтов, служат для установки правильного положения приспособления по плоскости шлифуемой поверхности, а кулачков — по диаметру.

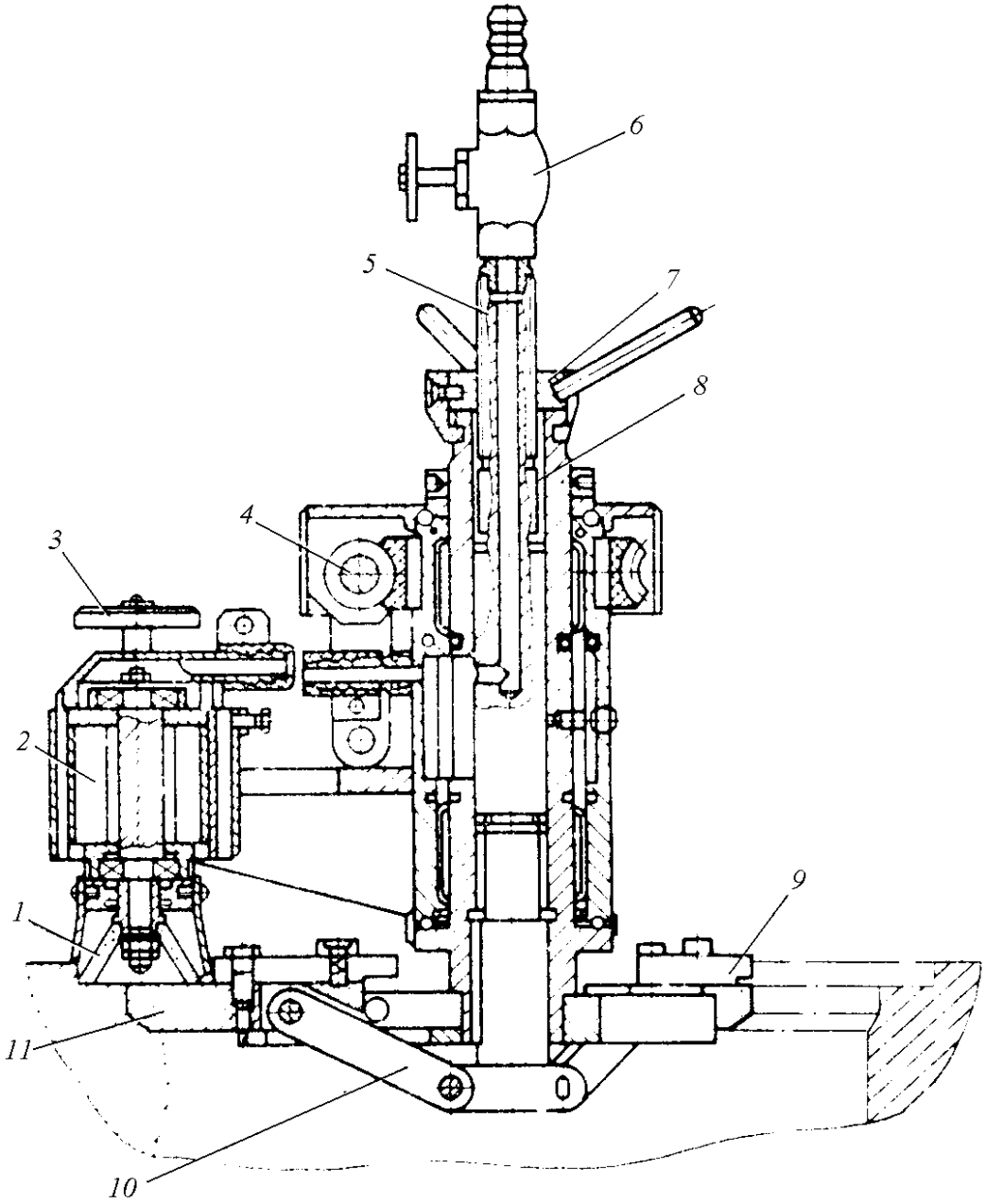


Рис. 40. Приспособление для шлифовки уплотнительных поверхностей корпусов задвижек с D_y 100—300 *мм* под гребенчатые прокладки.

Контрольные вопросы

1. Назовите, какими станками и приспособлениями должен быть укомплектован участок по ремонту арматуры.
2. Перечислите основные узлы приспособления для шлифовки уплотнительной поверхности арматуры.
3. Для каких целей производят ротационную накатку?

ГЛАВА VII. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

§ 17. Стали и сплавы

Материалы, применяемые при ремонте арматуры, должны соответствовать маркам, указанным в чертежах. Качество материалов должно быть удостоверено сертификатами завода-поставщика, а в случае отсутствия сертификата — лабораторными анализами и испытаниями.

Стали. Высокие требования предъявляются к сталям, используемым для изготовления деталей затвора и шпинделей (штоков) трубопроводной арматуры для тепловых и атомных электростанций. Эти детали работают в очень тяжелых условиях — при высоких температурах и периодических чередованиях температур (нагрев — охлаждение) , в условиях трения и при больших механических нагрузках.

Детали арматуры в зависимости от условий их работы (давления, температуры, коррозионных свойств среды) изготовляют из углеродистых, легированных или высоколегированных марок сталей. Предельно допустимая рабочая температура для материалов различных марок приведена в приложении 2. Марки сталей, применяемых для изготовления основных деталей арматуры, приведены в табл. 3.

При выборе стали-заменителя прежде всего необходимо руководствоваться сравнительными характеристиками основной стали и стали-заменителя. Они должны иметь примерно одинаковые технологические свойства, химический состав (особенно по углероду) и механические свойства (предел прочности при растяжении σ_B, предел текучести σ_T, ударная вязкость σ_H, твердость в отожженном или отпущенном состоянии НВ) при рабочих температурах.

Сплавы. Для уплотнительных поверхностей арматуры — седел, тарелок, клиньев (дисков), шиберов и т.д. — применяются наплавочные сплавы на основе кобальта, никеля и железа. В отечественном арматуростроении наиболее широкое распространение получили сплавы, приведенные в табл. 4.

Наиболее часто при производстве и ремонте арматуры высоких и сверхвысоких параметров среды применяют сплав на основе кобальта — стеллит. Его можно наносить на детали не только электродами ЦН-2, но и непосредственно литыми прутками ВЗК. В этом случае наплавка производится ацетиленокислородным пламенем с избытком ацетилена.

При наплавке электродами ЦН-2 на металл, отличающийся от сплава теплофизическими свойствами, рекомендуется нанести подслой 1,5—2 мм аустенитными электродами марки ЦТ-1.

Таблица 3. **Стали, применяемые для изготовления энергетической арматуры**

Теплоноситель	**Рабочее давление, *МПа***	**Рабочая температура, °*С* (не более)**	**Материал корпусных деталей**	**Материал шпинделей, штоков, плунжеров, золотнике**	**Примечание**
Пар, техническая вода	6,4	350	Сталь 20, 20Л-Ш, 25Л-Ш	Сталь 35,20Х13	Для сварных деталей стали марок10Х18Н9ТЛ и 08Х18Н10Т пригодны при рабочей температуре среды не выше 350°*С*.
	10	510	20ХНЛ	ХН35ВТ	
	22,5	565	12Х1 МФ	ХН35ВТ	
	23	600	10Х18Н9ТЛ	08Х18Н10Т ХН35ВТ	
Дистиллят, пароводяная смесь, азот, воздух	22,5	350	10Х18Н9ТЛ, 08Х18Н10Т, 10Х18Н12М2ТЛ	08Х18Н10Т, ХН35ВТ, Х17Н13М2М	Материалы применимы также в случае присутствия в дистиллированной воде примеси борной кислоты до 35 $^{мг}/_{д}$.
Эвтектический сплав натрий—калий	6	300	12Х18Н9Т	14Х17Н2	Сталь марки 12Х18Н9Т применима при содержании кислорода в жидком металле на более 5—10%. Для сварных деталей стали марок12Х18Н9Т и ОВХ18Н10Т пригодны при рабочей температуре не выше350°*С*.
		450	12Х18Н9Т	12Х18Н9Т, ХН35ВТ	
		700	08Х18Н11М3, молибденовый сплав СМ3, 09Х14Н19В2Р	08Х16Н11М3 09Х14Н19В2Р	
		800	ХН60В	ХН60У	
		900	ХН28ВМАБ	ХН28ВМАБ	
Гелий	100	600	12Х18Н9Т 08Х18Н10Т	12Х18Н9Т, 08Х18Н10Т, ХГ35ВТ	—
	120	750	ХН60В, ХН70ВМОТ	ХН60В ХН70ВМОТ	
Углекислый газ	20	300	Сталь 20, 20Л-Ш, 25Л-Ш	Сталь 35 20Х13	Углеродистые стали применимы при содержании влаги и оксида углерода в рабочей среде не выше 0,5% каждого из них.
	70	600	12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 10Х18Н19ТЛ	12Х18Н9Т 08Х18Н10Т ХН25ВТ	

Таблица 4. **Сплавы для наплавки уплотнительных поверхностей затворов арматуры**

Тип электрода или сплава	Марка электродного материала	Условное обозначение сплава	Способ наплавки	Твердость HRC	Область применения
ЭН-У 18Х62Х30-В5С2	ВЗК	ЦН-2	Ручная электродуговая, плавящимся электродом	45—53	Все применяемые параметры воды и пара.
ЭН-08Х17Н7С5-Г2	Св.—02Х18Н9 или СВ.—04Х19Н9	ЦН-6	То же	40—52 (20°*С*), 35—41 (500°*С*), 38 (600°*С*)	Все параметры воды и пара до температуры 565°*С*.
Х12Н7С4М2	Св.—04Х19Н9-С2	ЦН-12	Автоматическая электродуговая, плавящейся проволокой под слоем флюса	35—45	Все параметры воды и пара до температуры 540°*С*.
ХН80СР2	—	—	Автоматическая плазменно-дуговая, плавящимся порошком	42—52	Все параметры воды и пара до температуры 565°*С*.

Прокладочные материалы. Для изготовления прокладок применяют как неметаллические, так и металлические материалы.

Прокладки из металлических материалов используются для ответственных объектов и тяжелых условий работы арматуры (высокой температуры, высокого давления и т.д.) , но они требуют значительно больших усилий затяга соединения, чем мягкие прокладки.

В качестве прокладок из неметаллических материалов в основном применяют паронит, резину и фторопласт. В настоящее время широко распространены прокладочные материалы: паронит ПОН (паронит общего назначения), ПМ (паронит маслобензостойкий), ПА (паронит, армированный сеткой) и ПЭ (паронит электролизерный), состоящий из асбеста (60—70%). каучука (12—15%), минеральных наполнителей (15—18%) и серы (1,5—2%).

Для паронита каждой марки стандартом установлены предельно допустимое рабочее давление и температура в зависимости от состава среды. Наиболее прочен паронит марки ПА. Он может применяться для водяного пара давлением 10 *МПа* при температуре до 450°*С*. Пароните других марок применяются при более низких значениях параметров среды.

Условия применения паронита для уплотнения фланцевых соединений арматуры, трубопроводов и насосов приведены в табл. 5.

Таблица 5. **Условия применения паронита для уплотнения фланцевых соединений арматуры, трубопроводов и насосов**

Марка материала	Среда	Параметры применения	
		P_y *МПа*	°*С*
ПОН	Вода пресная	6,4	+250
	Пар водяной	6,4	+450
	Воздух	1	-50÷+100
	Сухие нейтральные и инертные газы	6,4	+450
	Водные растворы солей различных концентраций	2,5	-15÷+100
	Аммиак жидкий	2,5	-40÷+150
	Спирты	1,6	+150
	Парафин	1,6	+150
	Тяжелые нефтепродукты	6,4	+200
	Легкие нефтепродукты	2,5	+150
	Жидкий кислород	0,25	-182
ПМБ	Вода морская	4	+50
	Аммиак жидкий и газообразный	2,5	-40÷+150
	Воздух	-1,6	-50÷+200
	Кислород и азот жидкий	0,25	-182
	Кислород и азот газообразный	5	+150
	Легкие нефтепродукты	2,5	+200
	Тяжелые нефтепродукты	2	+300
	Минеральные масла	2,5	+150
ПА	Вода пресная	10	+250
	Водяной пар	10	+450
	Воздух, нейтральные и инертные сухие газы	7,5	+250
	Тяжелые нефтепродукты	7,5	+400
	Легкие нефтепродукты минеральные масла	7,5	+200
ПЭ	Щелочи концентрацией 300—400 $^{г}/_{л}$, водород, кислород	2,5	+180
	Аммиак жидкий и газообразный	2,5	-15÷+150
	Азотная кислота (10%-ный раствор)	2.5	+100

Представляет интерес новый прокладочный материал БР-1 для уплотнения соединений металлических поверхностей, работающих в среде пара, воды, бензина, керосина, дизельного топлива, масла и различных нефтепродуктов, а также пищевой уксусной кислоты при тем-

пературе от -60 до +200 °*С* и давлении не менее 1 *МПа*. По стойкости против действия указанных сред прокладочный материал БР-1 превосходит пароните ПОН и ПМБ. Кроме того, он не требует значительных удельных давлений сжатия и обеспечивает меньшее загрязнение уплотняемой среды, чем стандартные пароните.

Кроме прокладок из паронита в химических цехах электростанций применяют резину, отличающуюся высокой эластичностью, что позволяет обеспечивать герметичность фланцевого соединения при небольших удельных давлениях на прокладке. Чрезмерное сжатие ухудшает эксплуатационные свойства резины, поэтому деформация резиновой прокладки не должна превышать 0,2—0,4 ее высоты. Для прокладок обычно используют листовую техническую резину без тканевых прослоек, которые ухудшают непроницаемость резины. Резина выпускается кислотощелочестойкой для сред с температурой от -30 до +50 °*С*, теплостойкой — для сред с температурой от -35 до +90 °*С*, морозостойкой — для сред с температурой от -45 до +50 °*С*, маслобензостойкой — для сред с температурой от -30 до +50 °*С*. Техническую резину выпускают в виде пластин или рулонов шириной 200—1750 *мм*, длиной 250—10000 и толщиной 0,5—50 *мм*.

В последнее время на электростанциях начали применять фторопласт-4, который не растворяется и не набухает ни в каких растворителях. Прокладки из фторопласта применяют при температурах от -195 до +200 °*С*. Фторопласт несжимаем, отличается низкой упругостью, поэтому прокладки из него должны находиться в замкнутом объеме, причем зазоры между уплотнительными поверхностями, входящими одна в другую для образования замка, должны быть минимальными.

Для изготовления прокладок используют пластины из фторопласта-4, выпускаемые размером от 25×25 до 600×600 мм и толщиной 0,8—2 *мм*.

На основе фторопласта-4 создан специальный Фторопластовый уплотнительный материал ФУМ, имеющий также антикоррозионные свойства, что и фторопласт-4. ФУМ применяют также как уплотнительный материал в сальниках арматуры.

Металлические прокладки изготовляют в виде плоских колец прямоугольного сечения из листового материала или в виде колец фасонного сечения из труб или поковок. К последним относятся линзовые прокладки чечевичного сечения, с сечением в виде овала и гребенчатые, имеющие сечение прямоугольника с треугольными выступами в виде гребенки. Металлы, применяемые для изготовления прокладок, приведены в табл. 6.

Таблица 6. **Металлы, применяемые для изготовлении прокладок**

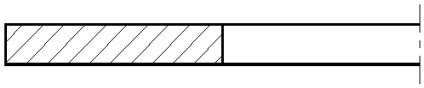
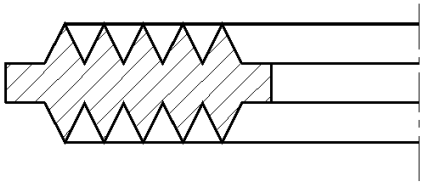
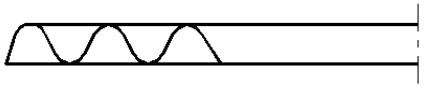
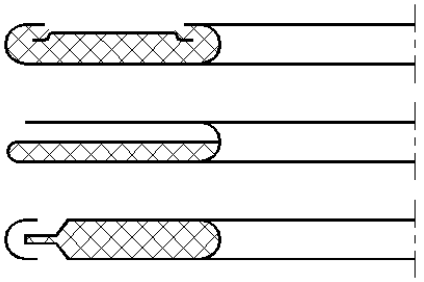
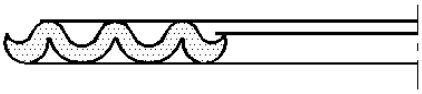
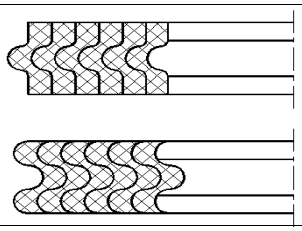
Наименование металла	**Марка металла**	**Среда**	**Температура, °*С***
Сталь низкоуглеродистая	05 кп (особая)	Водяной пар.	До +475
		Щелочи, кислоты, газы, содержащие серу.	От -70 до +320
Сталь	15—30	Водяной пар, нефтепродукты.	До +550
Коррозионно-стойкая сталь	Х18Н9Т; 08Х18Н10Т	Водяной пар, нефтепродукты, коррозионные среды, кроме серной кислоты.	От -253 до +600
Алюминий	АО; А; АД1	Воздух, вода, нефтепродукты, азотная, фосфорная и другие кислоты, сухой хлор, сернистые газы	От -253 до +100
Никель	НП-2	Водяной пар, хлор и другие окислительные среды	От -300 до +400
Монель-металл	НМЖМц28.2,5 1,5	Водяной пар, коррозионные среды, морская вода	До +800

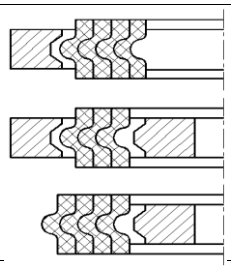
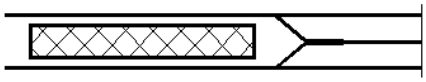
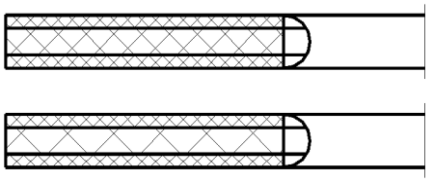
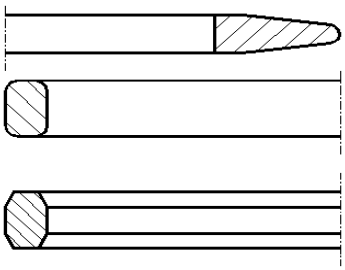
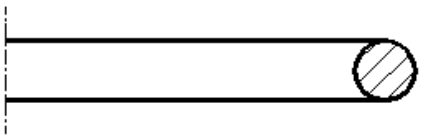
Для увеличения надежности фланцевого соединения и улучшения конструкции некоторых видов арматуры в настоящее время применяются спиральновитые прокладки (приложение 3) . Они состоят из каркаса (предварительно спрофилированных слоев ленты из нержавеющей хромоникелевой стали 12Х18Н10Т толщиной 0,2 *мм*) и наполнителя (паронита или асбобумаги), сечение прокладок представляет собой чередующиеся витки металла и наполнителя.

Прокладки фланцевых соединений должны удовлетворять следующим основным требованиям: при затяжке фланцевых соединений скомпенсировать погрешности технологического изготовления уплотнительных поверхностей: иметь достаточную упругость для сохранения герметичности соединения при возможной деформации фланцев во время эксплуатации: сохранять уплотняющие свойства во время эксплуатации как можно дольше.

Основные виды прокладок для фланцевых соединений приведены в табл. 7.

Таблица 4. **Виды и характеристика прокладок для фланцевых соединений**

Форма уплотнительной поверхности фланцев	**Эскиз прокладки**	**Характеристика прокладки**
Плоская, выступ — впадина, шип — паз		Простота изготовления. Обладает высокой механической прочностью: может быть как металлической, так и неметаллической. Наилучшие уплотнения получаются при наличии уплотнительной поверхности фланцев концентрических канавок или зубцов.
Плоская, выступ — впадина		Металлическая прокладка. Применяется при высоких давлении, температуре и коррозионности среды. Толщина прокладки от 1,2 *мм* и выше. Изготовляют механической обработкой, штамповкой или литьем.
Плоская выступ — впадина		Металлическая прокладка. Применяется для фланцевых соединений, рассчитанных на давление до 6,4 *МПа*. Изготовляется из металлической ленты толщиной от 0,25 до 0,8 *мм* с шагом гофр от 1,1 до 6,5 *мм*. Толщина прокладки 40—50% шага гофр.
Плоская, выступ — впадина, шип — паз		Комбинированные металлические прокладки с наполнителем. Применяют при полной экранировке металлом наполнителя. Толщина от 2 до 8 *мм*, ширина определяется конструкцией фланца. Имеет лучшую упругость и требует меньшего усилия для обеспечения герметичности, чем сплошные металлические прокладки.
Плоская, выступ — впадина		Гофрированная комбинированная (металлическая с наполнителем) прокладка. Отличается высокой упругостью и позволяет создать хорошую герметичность при небольшом усилии затяжки.
Плоская, выступ — впадина, шип — паз		Спирально-навитая прокладка. Состоит из предварительно отформованной V- или W-образной металлической ленты и наполнителя. Имеет высокую упругость и эффективность. Применяется до давления 6,4 *Па*.

Форма уплотнительной поверхности фланцев	Эскиз прокладки	Характеристика прокладки
Плоская, выступ — впадина		Спирально-навитая прокладка с ограничительными кольцами снаружи, внутри или с обеих сторон прокладки. Применяется для более тяжелых условий работы, а также при контроле деформации из-за возможных перетяжек соединения.
Плоская, выступ — впадина		Защищенная плоская прокладка, выполненная из фторопластового чехла и резиновой прокладки. Конструкция обеспечивает высокую упругость и химическую стойкость. Толщина фторопластовой пленки 0,2—0,3 *мм*, толщина резиновой прокладки 2—4 *мм*.
Под линзовую прокладку		Линзовая сплошная металлическая прокладка. Применяется в трубопроводах и оборудовании высокого давления. Имеет сферическую форму уплотнительной поверхности. Линия контакта располагается на расстоянии одной третьей ширины фланца от его внутреннего края.
Под прокладку овального сечения		Овальная сплошная металлическая прокладка. Применяется для фланцевых соединений высокого давления. Герметичная при умеренном усилии зажатия. Модификация — восьмигранная прокладка, которая обладает свойством самоуплотнения под давлением.
Шип — паз		Круглая сплошная прокладка — неметаллическая, но может быть и из металла. Обеспечивает высокую герметичность. Толщина 2 *мм* и выше. Изготовляют штамповкой.

§ 18. Сальниковые уплотнения (набивка)

Назначение сальника состоит в том, чтобы не допустить или возможно уменьшить пропуск рабочей среды в атмосферу через кольцевую щель, которая образуется при работе между подвижными деталями арматуры. Материал сальниковой набивки должен обеспечивать герметичность и не вызывать коррозии поверхности шпинделя, соприкасающейся с набивкой.

Проведенные исследования показали, что коррозия стали в водной среде зависит от материала сальниковой набивки и металла шпинделя. Уменьшить коррозию шпинделя можно путем добавки в набивку алюминия или цинка путем применения коррозионно-стойких материалов.

Наиболее часто в арматуре применяют сальниковые набивки в виде прессованных готовых колец (АГ-50); колец, нарезанных из шнура квадратного сечения (АГ-1) или спрессованной массы из асбеста с графитом. Основные материалы сальниковой набивки приведены в

табл. 8.

Таблица 8. **Основные материалы сальниковой набивки**

Набивка	**Рабочая среда**	**Параметры**	
		t, °C	***$P_р$, МПа***
Резиновые кольца и манжеты	Вода, воздух, пар, растворы кислот и щелочей в зависимости от марки.	От 50 до 140	—
АГ-1, асбестовая, проклеенная с графитом	Вода, пар, воздух, инертные газы.	350	51
АГ-50, асбографитовая с алюминиевой пудрой	Вода, пар и другие среды	650	40
Фторопласт-4 в виде стружки, колец и манжет	Коррозионные среды	200	5
Фторопластовый уплотнительный материал ФУМ-В	То же	150	6,4
АСФ	Вода, воздух, пар	260	10

§ 19. Крепежные детали

В качестве крепежных деталей фланцевых соединений станционных трубопроводов используются болты и шпильки с гайками и шайбами. Применение болтов допускается для фланцевых соединений с P_y не более 2,5 *МПа* и температурой не выше 300 °*С*.

Материалы крепежных деталей (приложение 4) и фланцев должны иметь одни и те же коэффициенты линейного расширения. Использование материалов с различными коэффициентами линейного расширения допускается для соединений в пределах температур от —10 до +100 °*С*. Должны применяться гайки из сталей с меньшей твердостью, чем болт или шпилька. Крепежные детали из легированных сталей необходимо термически обрабатывать.

Предельные значения твердости крепежных деталей, работающих при температуре металла выше 500 °*С*, при различных сроках эксплуатации составляют: для стали 20ХМФБР (ЭП-44), 20Х1М1ФТР (ЭП-182), 18Х12ВМБФР, 20Х2М1Ф (ЭИ-723) твердость в исходном состоянии НВ = 241÷277; после эксплуатации 25 тыс. ч НВ = 228÷277; после эксплуатации 50 тыс. ч НВ =224÷277; после эксплуатации 75—100 тыс. ч НВ=221÷269.

§ 20. Смазочные материалы

Ходовые узлы арматуры, приводы, сальники, затворы кранов во избежание коррозии и для обеспечения нормальной работы нужно регулярно смазывать. Поэтому смазки бывают антифрикционными, защитными и уплотняющими.

Смазывающие материалы должны подбираться таким образом, чтобы в заданных условиях работы они обеспечивали сохранение жидкой прослойки, не выдавливались, не стекали, не смывались, были бы физически и химически стабильными.

Смазочные материалы и области их применения приведены в приложении 5.

Контрольные вопросы

1. Какие основные стали и сплавы применяют для изготовления и ремонта деталей арматуры?
2. Каково назначение сальникового уплотнения?
3. Для каких целей применяют смазочные материалы?

ГЛАВА VIII. ДОПУСКИ, ПОСАДКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Систематическое повышение качества является обязательным требованием развития экономики.

Вопросы допусков, посадок и технических измерений непосредственно связаны с качеством машин и различных установок, надежностью их в работе, долговечностью. При современной организации и техническом оснащении производственных процессов на заводах и ремонтных предприятиях необходимо, чтобы квалифицированные рабочие ориентировались в основных вопросах, касающихся допусков и посадок, а также технических измерений, в том числе понимали назначение и построение государственных и отраслевых стандартов, знали условные обозначения, встречающиеся на чертежах и в технологических картах. Квалифицированный рабочий должен иметь представление о единицах физических величин, принципах действия наиболее распространенных измерительных средств и метрологических показателях.

§ 21. Основные понятия и определения по допускам и посадкам

Поверхности, размеры, отклонения и допуски. Поверхности деталей бывают сопрягаемыми и несопрягаемыми, или свободными. При этом они могут быть цилиндрическими, плоскими, коническими, эвольвентными, сложными (шлицевые, винтовые) и др. *Сопрягаемыми* называют поверхности, по которым детали соединяются в сборочные единицы, а сборочные единицы — в механизмы. *Несопрягаемыми*, или свободными, — конструктивно необходимые поверхности, не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей.

Внутренние цилиндрические поверхности, а также внутренние поверхности с параллельными плоскостями (отверстия в ступицах, шпоночные пазы и пр.) являются *охватывающими* (их условно называют отверстиями; диаметры отверстий обозначают буквой *D*). Наружные отверстия (цилиндрическая поверхность вала, боковые грани шпонок) являются *охватываемыми* (их условно называют валами и обозначают буквой *d*).

Размеры — это числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.д.), они делятся на номинальные, действительные и предельные. В машино- и приборостроении все размеры в технической документации задают и указывают в миллиметрах.

Номинальный размер (*D*) — размер, относительно которого определяют предельные размеры и отсчитывают отклонения. Номинальные размеры являются основными размерами деталей или их соединений. Сопрягаемые поверхности имеют общий номинальный размер.

Действительный размер (D_r, d_r) — размер, установленный измерением с допустимой погрешностью. *Погрешностью измерения* называется отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины. Погрешность измерения, а следовательно, и выбор измерительных средств необходимо согласовывать с точностью, которая требуется для данного размера.

Предельные размеры — два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Больший из двух предельных размеров называют *наибольшим предельным размером* (D_{max}, d_{max}), а меньший — *наименьшим предельным размером* (D_{min}, d_{min}) Предельные размеры позволяют оценивать точность обработки деталей.

Отклонение — это алгебраическая разность между действительным и соответствующим номинальными размерами. Отклонения отверстий обозначают буквой Е, валов — е.

Действительное отклонение (E_r, e_r) равно алгебраической разности действительного и номинального размеров: $E_r = D_r - D$; $e_r = d_r - d$.

Предельное отклонение равно алгебраической разности предельного и номинального размеров. Различают верхнее, нижнее и среднее отклонения. *Верхнее* (*ES*, *es*) равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров: $ES = D_{max} - D$; $es = d_{max} - D$.

Нижнее отклонение (*EI, ei*) равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров: $EI = D_{min} — D$; $ei = D_{min} — D$.

Среднее отклонение (E_m, e_m) равно полусумме верхнего и нижнего отклонений: $E_m = 0{,}5\ (ES + EI)$, $e_m = 0{,}5\ (es + ei)$.

Пример. Определить предельные и средние отклонения для штифтов, у которых $D = 20$ *мм*, $d_{max} = 20{,}01$ *мм* и $d_{min} = 19{,}989$ *мм*.

Решение. Верхнее отклонение $es = d_{max} — D = 20{,}01 — 20 = 0{,}01$ *мм*; нижнее отклонение $ei = d_{min} — D = 19{,}989 — 20 = -0{,}011$ *мм*; среднее отклонение $e_m = 0{,}5\ (es + ei) = 0{,}5 + 0{,}01 \cdot (-0{,}011) = -0{,}0005$*мм*.

Так размер штифта $D = 20$ *мм* с отклонениями на чертеже запишем следующим образом: $\varnothing 20^{0{,}010}_{-0{,}011}$.

Действительные размеры годных деталей должны находиться в допустимых пределах, которые в каждом конкретном случае определяются предельными размерами или предельными отклонениями. Отсюда такое понятие как *допуск размера*.

Допуск (*T* — общее обозначение, *TD* — отверстия, *Td* — вала) равен разности наибольшего и наименьшего предельных размеров: $TD = D_{max} — D_{min}$; $Td = d_{max} — d_{min}$; $TD = ES — EI$; $Td = es — ei$.

Допуск всегда является положительной величиной независимо от способа его вычисления. На чертежах допуск указывают только через предельные отклонения, например: $\varnothing 10^{0{,}025}_{-0{,}005}$.

Графическое изображение допусков и отклонений. Для наглядности допуски и отклонения на деталях и соединениях изображают графически (рис. 41).

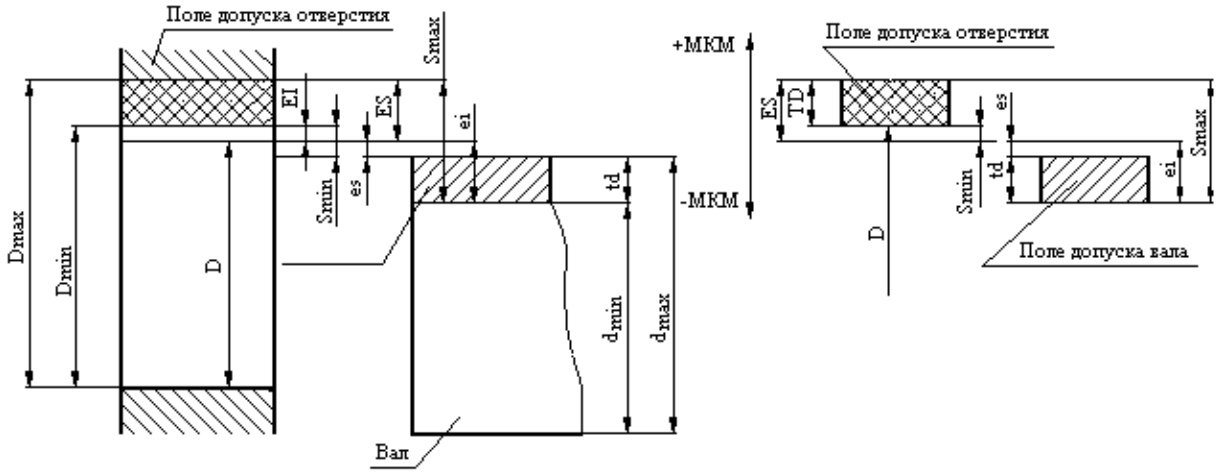


Рис. 41. Типовые примеры графического изображения допусков и отклонений.

Для графического построения полей допусков и посадок проводят горизонтальную линию 00, называемую нулевой. *Нулевая* — это линия, положение которой соответствует номинальному размеру и от которой откладываются предельные отклонения размеров. Положительные отклонения — вверх от нулевой линии, отрицательные — вниз.

Поле допуска — поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Оно определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поля допусков показывают зоны, которые ограничены двумя линиями, проведенными на расстояниях, соответствующих верхнему и нижнему отклонению.

На схемах указывают номинальный *D* и предельные (D_{max}, D_{min}, d_{max}, d_{min}) размеры, предельные отклонения (*ES, EI, es, ei*) поля допусков и другие параметры.

Понятия о посадках и допуске посадки. Если у соединяемых между собой деталей размер отверстия больше размера вала, то в соединении будет *зазор* (*S*). Если же размер вала больше размера отверстия, то в соединении будет *натяг* (*N*). *Зазором* называется положительная разность между размерами отверстия и вала $S = D - d$ (рис. *42, а*). а натягом — положительная разность между размером вала и отверстия $N = d - D$ (рис. *42, б*).

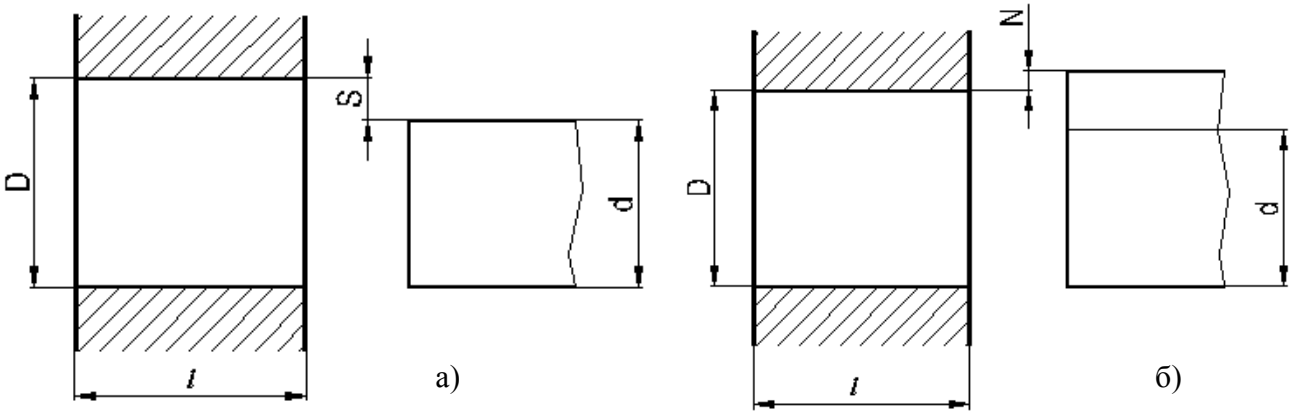


Рис. 42. Посадки с зазором (а) и натягом (б).

Характер соединения двух деталей, зависящий от величины зазора или натяга, полученного при сборке узла, называется *посадкой*.

В машинах и приборах требуются посадки с различными зазорами и натягами. В тех случаях, когда одна деталь должна перемещаться относительно другой без качки, следует иметь очень малый зазор: для того чтобы одна деталь могла свободно вращаться в другой (например, вал в отверстии), зазор должен быть больше. Если соединенные вал и втулка представляют собой как бы одно целое, они соединены с натягом и не могут перемещаться относительно друг друга.

Посадки подразделяют на три вида: *подвижные*, обеспечивающие зазор в соединении: *неподвижные* (прессовые), обеспечивающие натяг в соединении; *переходные*, которые названы так потому, что до сборки вала и втулки нельзя сказать, что будет в соединении — зазор или натяг, так как заданные отклонения на вал и отверстие перекрывают друг друга.

В зависимости от использованного допуска у той и другой детали при переходной посадке может оказаться, что размер вала больше размера отверстия или размер отверстия больше размера вала.

Для оценки точности соединений (посадок) пользуются понятием *допуска посадки*, под которым понимается разность между наибольшим и наименьшим зазорами (в посадках с зазором) или наибольшим и наименьшим натягами (в посадках с натягом). В переходных посадках допуск посадки равен разности между наибольшим и наименьшим натягами или сумме наибольшего натяга и наибольшего зазора. Допуск посадки равен также сумме допусков отверстия и вала.

§ 22. Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений

Посадки в системе отверстия и в системе вала. Система допусков по образованию различных посадок подразделяется на систему отверстия и систему вала.

Система отверстия — это совокупность посадок, в которых при одном классе точности и одном номинальном размере предельные отклонения отверстий одинаковы, а различные посадки достигаются путем изменения предельных отклонений валов (рис. *43, а*).

Во всех стандартных посадках системы отверстия нижнее отклонение отверстия равно нулю: в этом случае наименьший предельный размер отверстия равен номинальному. Поле допуска такого отверстия называется *основным*.

Система вала — это совокупность посадок, в которых предельные отклонения валов одинаковы (при одном номинальном размере и одном классе точности), а различные по-

садки достигаются путем изменения предельных отклонений отверстий (рис. *43, б*). Во всех стандартных посадках системы вала верхнее отклонение вала равно нулю. После допуска такого вала называется *основным*.

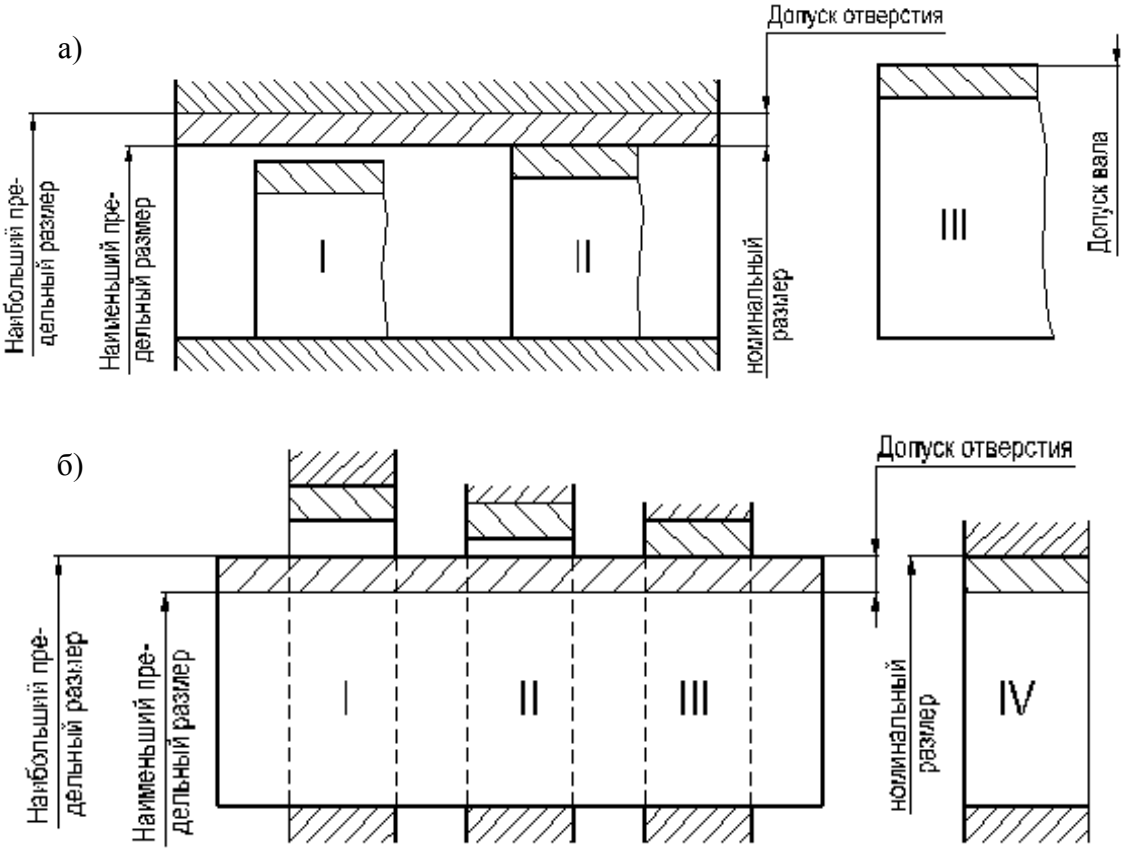


Рис. 43. Эскизы посадок:

а — в системе отверстия (*I, II, III* — эскизы валов с разными предельными размерами под посадки), *б* — в системе вала (*I, II, III, IV* — эскизы отверстий с разными предельными размерами под посадки)

Общие сведении о системах допусков и посадок. С 1980 г. в странах — членах СЭВ введена единая система допусков и посадок (ЕСДП СЭВ) всех типовых соединений в машиностроении. Допуски и посадки системы регламентируются стандартами СЭВ (ОСТ СЭВ), которые составляются на основе стандартов международной системы (ИСО), и в СССР действуют в качестве государственных стандартов. Это приводит к возможности применения в разных странах единой технической документации и стандартной технической оснастки, повышает уровень взаимозаменяемости в машино- и приборостроении и обеспечивает взаимовыгодную торговлю.

Система допусков и посадок СЭВ распространяется на размеры до 10000 *мм* (нижний предел — менее 1 *мм* — неограничен). Указанный диапазон размеров разбит на три группы: до 500 *мм*, свыше 500 до 3150 *мм* и свыше 3150 до 10000 *мм*. Перечисленные группы размеров подразделены на основные и промежуточные интервалы. Для размеров до 500 *мм* установлено 13 основных интервалов. Начиная с 10 *мм* основные интервалы дополнительно разбиты на промежуточные. Размеры свыше 500 до 3150 *мм* разбиты на 8 основных и 16 промежуточных интервалов, а свыше 3150 *мм* — на 5 основных и 10 промежуточных. Промежуточные интервалы введены для отклонений, образующих посадки с большими натягами и зазорами для получения более равномерных зазоров и натягов.

В системе допусков и посадок СЭВ для гладких цилиндрических соединений допуски отверстий и валов обозначают **IT**, что означает “допуск ИСО”.

В ЕСДП СЭВ для размеров до 10000 *мм* установлено 19 квалитетов (квалитет — совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров): **01**, **02**, …, **17**. В порядке убывания точности допуски квалитетов условно обозначают **IT01**, **IT0**, **IT2**, …, **IT16**, **IT17**. Квалитеты с 01 до 04 предназначены для особо точных деталей и измерительных инструментов (в системе ОСТ с 02 по 09 классы точности) : квалитеты с 5-го по 14-й предназначены для сопряжения деталей (в системе ОСТ с 1-го по 5-й классы); квалитеты с 14-го по 17-й — для выполнения свободных, не сопрягающихся размеров (в системе ОСТ с 7-го по 10-й классы) .

Обозначение посадок на чертежах в системе СЭВ выполняется следующим образом. За номинальным размером проставляется буква, обозначающая назначенную посадку, а после нее дается цифра, которая указывает номер квалитета, например: ⌀25*H7* — для отверстия и ⌀25*h*7 — для вала. Система СЭВ предусматривает также обозначение посадок на чертежах деталей с помощью числовых значений предельных отклонений — $\varnothing 25^{+0,021}$, $\varnothing 25\,^{-0,007}_{-0,020}$ или комбинированным способом — $\varnothing 25H7^{(+0,021)}$, $\varnothing 25\,^{-0,007}_{-0,020}$.

На чертежах изделий сопряжения обозначаются разными способами: $\varnothing 25\,\frac{H7}{g6}$, или ⌀25*H*7/g6, или 25*H*7—g6, где ⌀25*H*7 — отверстие, ⌀25*g*6 — вал. Стандарт СТ СЭВ 145-75 содержит таблицы (для отверстий и валов), в которых указаны 28 рядов (по числу посадок) значений основных отклонений. В табл. 9 приведены предпочтительные посадки системы СЭВ и примерные рекомендации по замене посадок системы ОСТ посадками по системе СЭВ в диапазоне от менее 1 до 500 *мм*.

Таблица 9. **Поля допусков валов и отверстий**

Поле допуска ОСТ	$Пр2_1$	$Прl_1$	$Г_1$	$Т_1$	$Н_1$	$П_1$	$В_1$-$С_1$	$Д_1$	$Х_1$	$Г_р$	$П_р$	$П_л$	Г	Т	Н
Соответствующее поле допуска СТ СЭВ	*s*5	*r*5	*n*5	*m*5	*k*5	*i*5 *h*5	*h*5	*g*5	*f*6	*u*7	*r*6, *s*6	*p*6	П6	*m*6	*k*6

Продолжение

Поле допуска ОСТ	П	В—С	Д	Х	Л	Ш	ТХ	$Пр2_{2а}$	$Пр1_{2а}$	$Г_{2а}$	$Т_{2а}$	$Н_а$	$П_{2а}$	$В_{2а}$-$С_{2а}$	$Х_{2а}$
Соответствующее поле допуска СТ СЭВ	*i*6 i_s6	*h*6	*g*5	*f*7	*e*8	*d*8	*c*8	*u*8	*s*7	*n*7	*m*7	*k*7	*i*7 i_s7	*h*7	*f*8

Продолжение

Поле допуска ОСТ	$Пр3_3$	$Пр2_3$	$Пр1_3$	$В_3$-$С_3$	$Х_3$	$Ш_3$	$В_{3а}$-$С_{3а}$	$В_4$-$С_4$	$Х_4$	$Л_4$	$Ш_4$	$В_5$-$С_5$	$Х_5$	$В_7$	$В_8$	$В_9$
Соответствующее поле допуска СТ СЭВ	*z*8 *x*8	*x*8 *u*8	*u*8 *s*8	*h*8, *h*9	*f*9 *e*9	*d*9 *d*10	*h*10	*h*11	*d*11	*b*11 *c*11	*a*11	*h*12	*b*12	*h*14	*h*15	*h*16

Продолжение

Поле допуска ОСТ	$Г_1$	$Т_1$	$Н_1$	$П_1$	$А_1$-$С_1$	$Д_1$	Х	$Г_р$	$П_р$	Г	Т	Н	П
Соответствующее поле допуска СТ СЭВ	*N*6	*M*6	*K*6	*J*6$_1$, *J*6	*H*6	*G*6	*f*6	*U*8	*R*7 *S*7	*N*7	*M*7	*K*7	*I*7, *I*7

Продолжение

Поле допуска ОСТ	А—С	Д	Х	Л	Ш	Пр$2_{2а}$	$Г_{2а}$	$Т_{2а}$	$Н_{2а}$	$П_{2а}$	$А_{2а}$—$С_{2а}$	$А_3$—$С_3$
Соответствующее поле допуска СТ СЭВ	*H*7	*G*7	*F*8	*E*8	*D*8	*U*8	*N*8	*M*8	*K*8	*J*8, *J*8	*H*8	*H*8, *H*9

Продолжение

Поле допуска ОСТ	$Х_3$	$Ш_3$	$А_{3а}$—$С_{3а}$	$А_4$—$С_4$	$Х_4$	$Л_4$	$Ш_4$	$А_5$—$С_5$	$Х_5$	$А_7$	$А_8$	$А_9$
Соответствующее поле допуска СТ СЭВ	*E*9 *E*9	*D*9 *D*10	*H*10	*H*11	*D*11	*B*11 *C*11	*A*11	*H*12	*B*12	*H*14	*H*15	*H*16

§ 23. Точность формы деталей

Для нормирования и количественной оценки отклонений формы и расположения поверхностей введены следующие понятия:

1. *Действительная (реальная) поверхность* — поверхность, ограничивающая деталь и отделяющая ее от окружающей среды. Она имеет такие отклонения формы, как волнистость и шероховатость.
2. *Номинальная поверхность* — идеальная поверхность, номинальная форма которой задана чертежом.
3. *Базовая поверхность* — поверхность, имеющая форму номинальной поверхности и служащая базой для количественной оценки отклонения формы действительной поверхности. В качестве базы для количественной оценки отклонения формы устанавливают прилегающую поверхность (плоскость, цилиндр, прямую, окружность, профиль) .
4. *Прилегающая поверхность* — поверхность, имеющая форму номинальной поверхности, соприкасающаяся с действительной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки действительной поверхности имело минимальное значение.

Под *отклонением формы* понимается совокупность отклонений формы действительной поверхности (или профиля) от формы номинальной поверхности (или профиля), заданной чертежом. За величину отклонения формы принимается наибольшее расстояние от точек действительной поверхности до прилегающей поверхности.

Точность формы цилиндрических поверхностей определяется точностью контура в поперечном (перпендикулярном оси) сечении и точностью образующих цилиндра в продольном (проходящем через ось) сечении. Контур поперечного сечения цилиндрического тела описывается окружностью. Показателем отклонений контура поперечного сечения является *некруглость* — отклонение от окружности (рис. *44, а*).

При отсутствии огранки с нечетным числом граней некруглость определяется как полуразность между наибольшим и наименьшим диаметрами сечения, измеренными двухконтактным прибором.

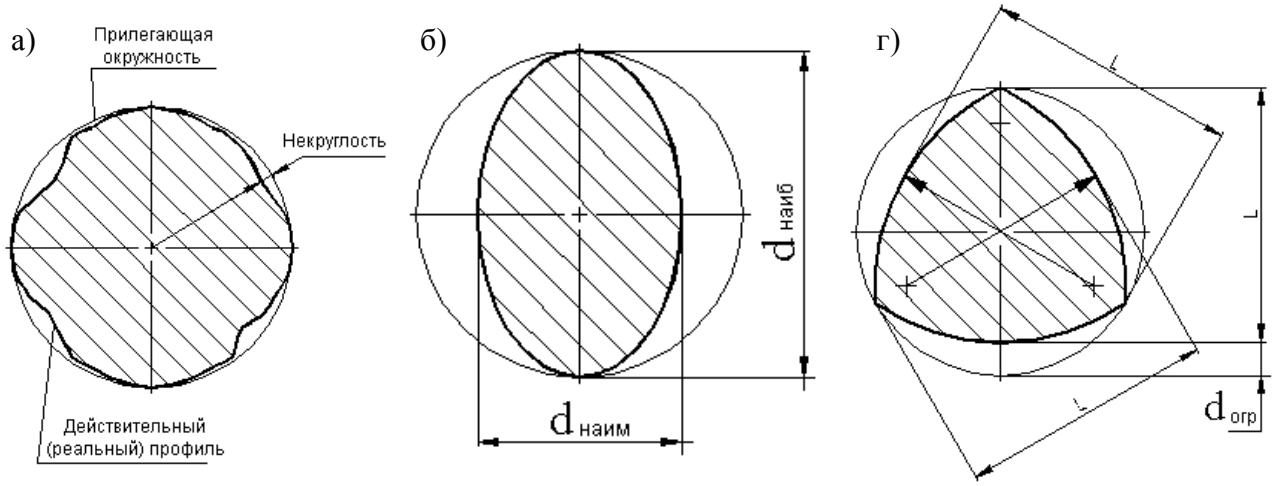


Рис. 44. Отклонение формы цилиндрической поверхности в плоскости, перпендикулярной оси:

а — некруглость, *б* — овальность, *в* — огранка

К дифференцированным отклонениям формы в поперечном сечении относятся овальность и огранка. *Овальность* (рис. *44, б*) — отклонение от окружности, при котором действительный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший и наименьший диаметры которой (вдоль большой и малой осей овала) находятся во взаимно перпендикулярных направлениях. За величину овальности принимается разность между наибольшим и наименьшим диаметрами сечения, т.е. удвоенная величина некруглости. *Огранка* (рис. *44, в*) — отклонение, при котором профиль детали представляет собой многогранную фигуру с криволинейными гранями. Величина огранки определяется как наибольшее расстояние от точек действительного профиля до прилегающей окружности.

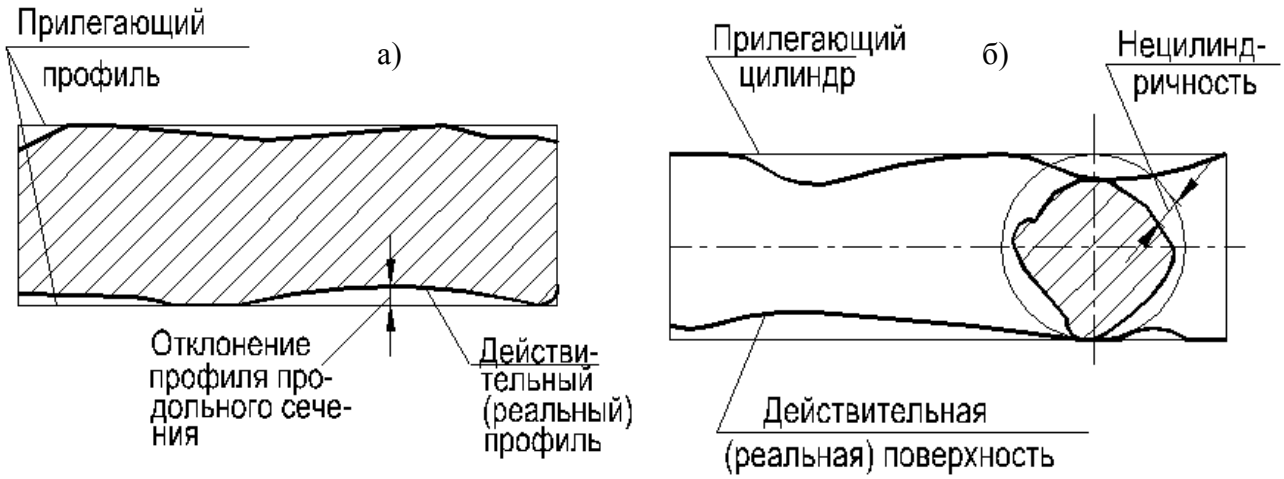


Рис. 45. Комплексные показатели отклонений формы цилиндрических поверхностей:

а — отклонения профиля продольного сечения, *б* — цилиндричность.

Отклонение профиля цилиндрической поверхности в продольном сечении определяется как наибольшее расстояние от точек действительного профиля до соответствующей стороны прилегающего профиля (рис. *45, а*) . Прилегающий профиль для этого случая образуется двумя параллельными прямыми. Отклонения от цилиндрической формы наиболее полно могут быть регламентированы комплексным показателем — *цилиндричностью* (отклонением от цилиндричности), включающим все виды отклонения формы поверхности от прямого круглого цилиндра, т.е. некруглость и отклонение профиля продольного сечения. Величина нецилин-

дричности определяется как наибольшее расстояние от точек действительной поверхности до прилегающего цилиндра (рис. *45, б*).

К дифференцированным отклонениям формы цилиндрических поверхностей в продольном сечении относятся *бочкообразность* (рис. *46, а*) , *седлообразность* (рис. *46, б*), *изогнутость* (рис. *46, в*), *конусность* (рис. *46, г*).

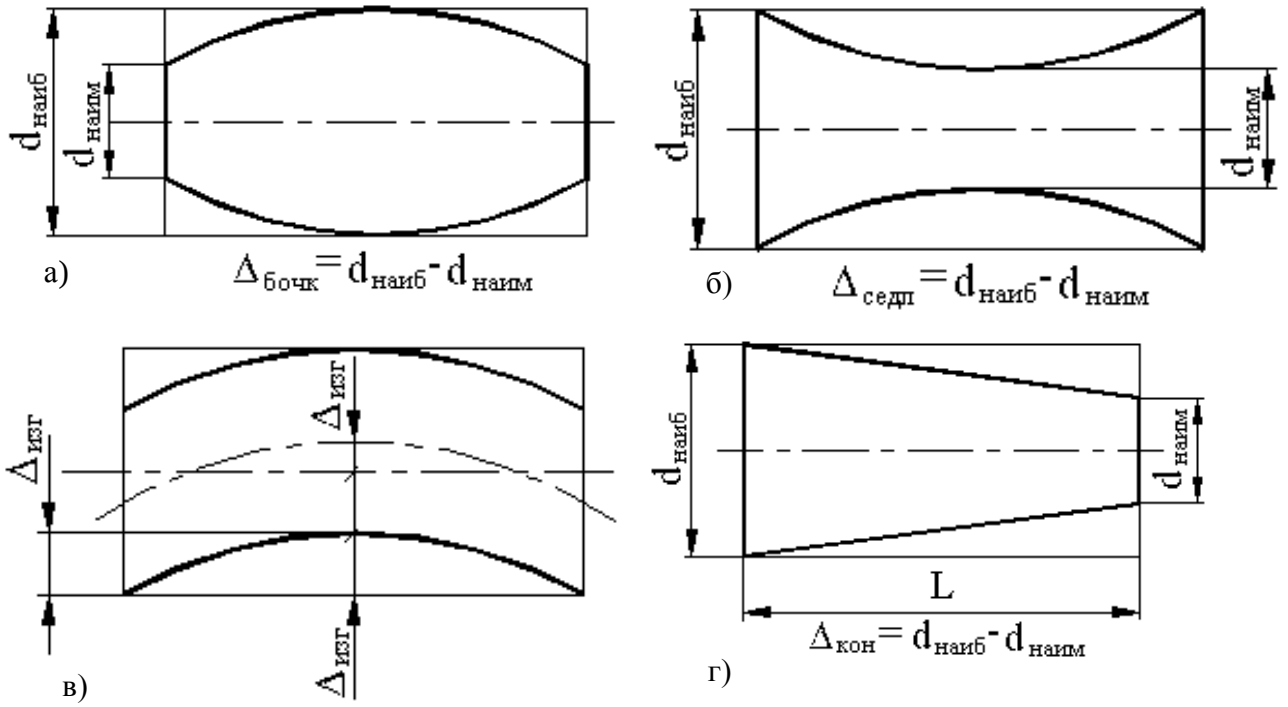


Рис. 46. Отклонения формы цилиндрической поверхности в продольности сечения:

а — бочкообразность, *б* — седлообразность (конусность), *в* — вогнутость, *г* — конусность.

Бочкообразность, седлообразность (корсетность) и изогнутость являются следствием непрямолинейности образующих, конусность — следствием непараллельности образующих.

Совокупность всех отклонений профиля сечения плоских поверхностей может быть охарактеризована комплексным показателем — непрямолинейностью, а всех отклонений формы поверхности — неплоскостностью. *Непрямолинейность* (отклонение от прямолинейности профиля поверхности) — наибольшее расстояние от точек действительного профиля (полученного в сечении поверхности нормальной плоскостью, проходящей в заданном направлении) до прилегающей прямой (рис. 47, *а*). Допуск на непрямолинейность может быть отнесен ко всему участку проверяемой поверхности или к заданной длине. Неплоскостность (отклонение от плоскостности) — наибольшее расстояние от точек действительной поверхности до прилегающей плоскости (рис. 47, *б*), Детали с плоскими поверхностями могут иметь дифференцированные отклонения в виде вогнутости (рис. 47, *в*) или выпуклости (рис. 47, *г*).

Отклонением расположения называется отклонение от номинального расположения рассматриваемой поверхности, ее оси или плоскости симметрии относительно баз или отклонение от номинального взаимного расположения рассматриваемых поверхностей. Номинальное расположение определяется номинальными линейными и угловыми размерами между рассматриваемыми поверхностями, их осями или плоскостями симметрии.

Различают основные виды отклонений расположения:

непараллельность — отклонение от параллельности либо плоскости, либо оси поверхности вращения и плоскости. Непараллельность характеризуется разностью наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостью и осью поверхности на заданной длине:

неперпендикулярность — отклонение от перпендикулярности плоскостей, осей или оси к плоскости — отклонение угла между плоскостями, осями или осью и плоскостью от прямого угла, выраженное в линейных единицах на заданной длине:

несоосность — отклонение от соосности относительно базовой поверхности — наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности и осью базовой поверхности на всей длине рассматриваемой поверхности или расстояние между осями в заданном сечении.

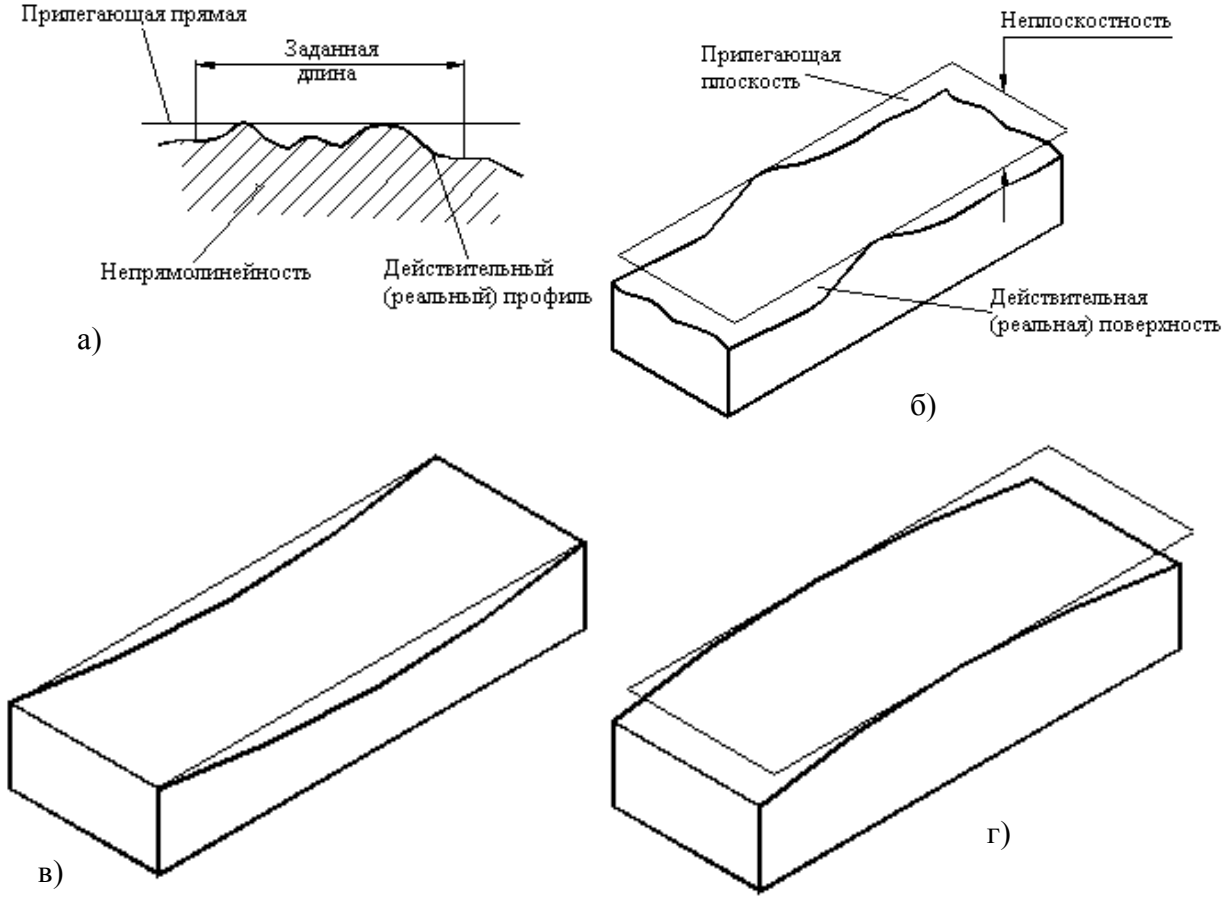


Рис. 47. Отклонение формы плоских поверхностей:

а — непрямолинейность, *б* — неплоскостность, *в* — вогнутость, *г* — выпуклость.

Обычно на практике учитывают комплексные погрешности, которые складываются из погрешностей формы и положения. К таким погрешностям относятся:

радиальное биение — разность наибольшего A_{max} и наименьшего A_{min} расстояний от точек реальной поверхности до базовой оси вращения в сечении, перпендикулярном этой оси (рис. *48, а*). Радиальное биение является результатом смещения центра (эксцентриситета) рассматриваемого сечения относительно оси вращения и некруглости;

торцевое биение — разность наибольшего и наименьшего расстояний а от точек реальной торцевой поверхности, расположенных на окружности заданного диаметра, до плоскости, перпендикулярной базовой оси вращения (рис. *48, б*). Если диаметр не задан, то торцевое биение определяется на наибольшем диаметре торцевой поверхности. Торцевое биение является результатом неперпендикулярности торцевой поверхности базовой оси и отклонений фирмы торца по линии измерения.

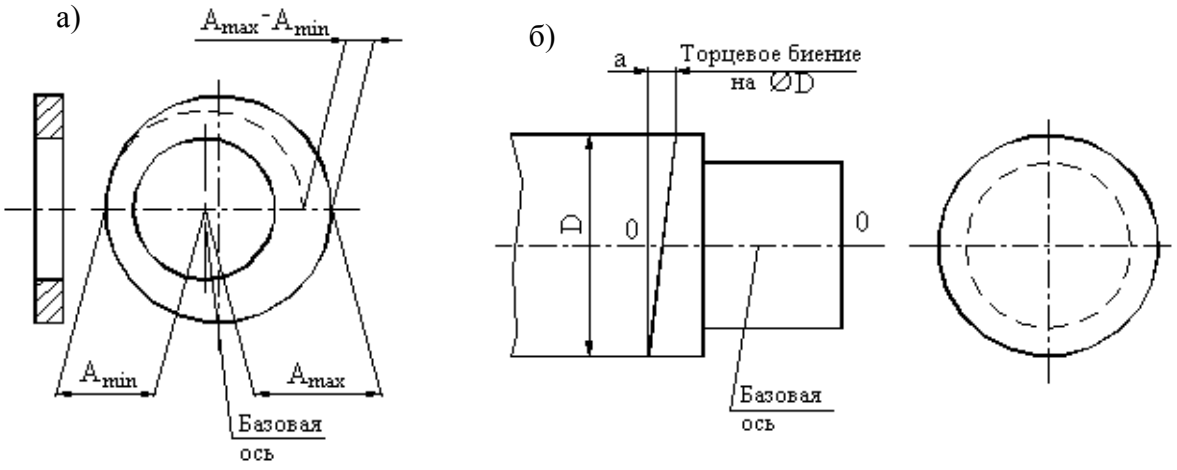


Рис. 48. Радиальное (а) и торцевое (б) биения.

§ 24. Шероховатость поверхностей

Поверхности деталей после обработки не являются идеально гладкими, так как режущие кромки инструментов и зерна шлифовальных кругов оставляют на поверхности следы в виде неровностей и гребешков, близко расположенных друг к другу (рис. *49*). Совокупность всех неровностей на рассматриваемой поверхности называется *шероховатостью*. Шероховатость поверхностей ухудшает качественные показатели работы деталей, герметичность соединений и их противокоррозионную стойкость.

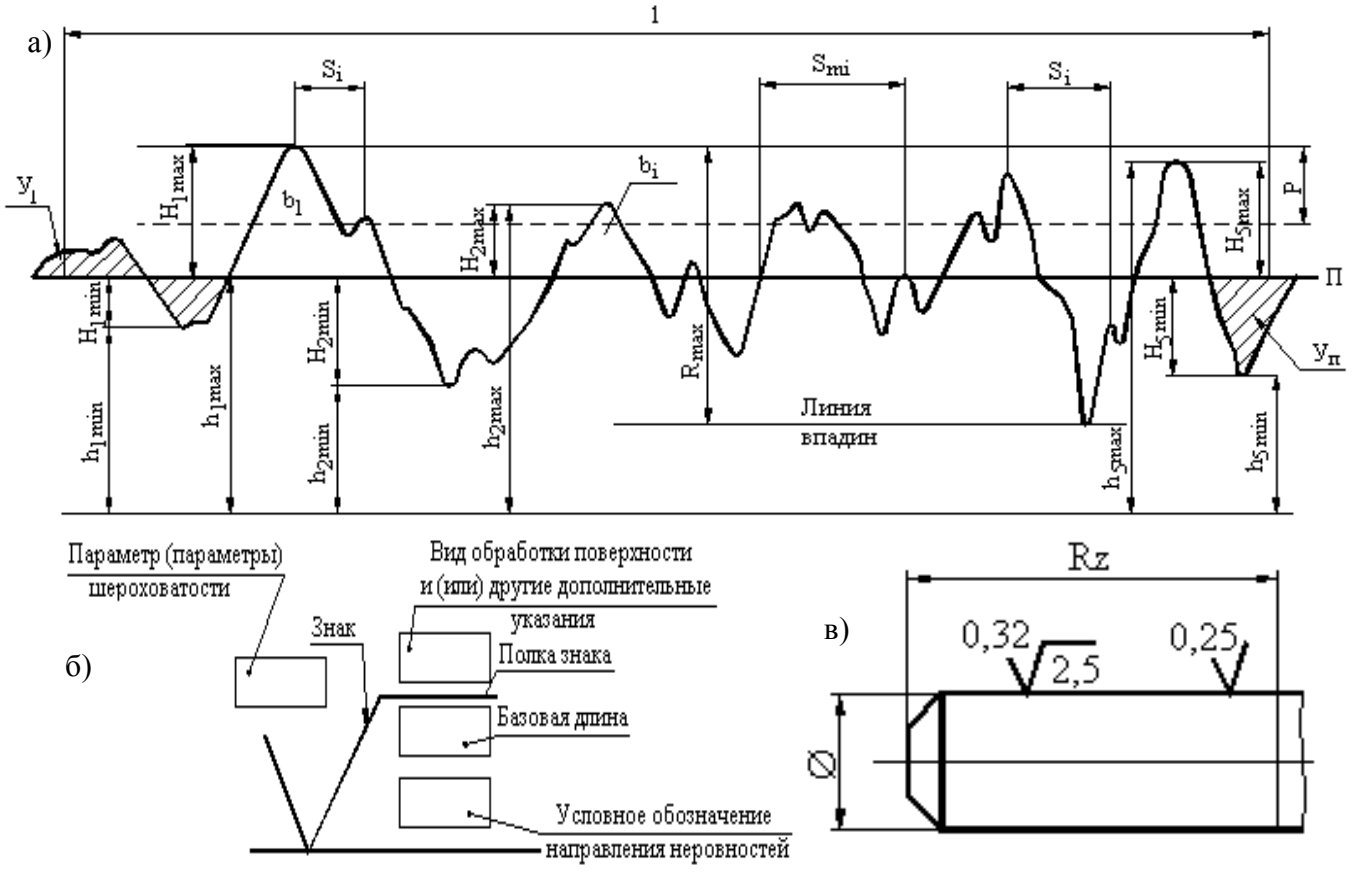


Рис. 49. Обозначение шероховатости поверхности:

а — общий вид, *б* — структура обозначения, *в* — пример обозначения.

Если провести среднюю линию в сечении гребешков (линия *OX* на рис. *49*) и опустить перпендикуляры от отдельных точек профиля к этой средней линии, то сумма расстояний y_1, y_2

и т.д. деления на количество n, будет средним арифметическим отклонением профиля поверхности от средней линии. Она обозначается R_a:

$$R_a = \frac{y_1 + y_2 + \ldots + y_n}{n}.$$

Числовое значение параметра R_a (*мкм*) используется для оценки шероховатости. Но кроме этого для оценки шероховатости пользуются еще вторым показателем — средней высотой неровности по 10 точкам (обозначается R_z). Для определения величины R_z параллельно средней линии OX ниже профиля поверхности проводят линию и на нее опускают перпендикуляр из высших точек выступов и низших точек впадин (расстояние h_{1min}, h_{1max}, h_{2min}, h_{2max} и т.д.).

За величину неровностей R_z принимают среднее расстояние между пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин

$$R_z = \frac{(h_{1\,max} + \ldots + h_{5\,max}) - (h_{1\,min} + \ldots + h_{5\,min})}{5}.$$

Пять высших точек выступов и пять низких точек впадин (см рис. *49*) берутся в пределах так называемой *базовой длины l*, под которой понимается длина участка поверхности, принимаемая для измерения шероховатости.

Новый стандарт предусматривает шесть параметров, из них: три высотных (R_a, R_z, R_{max}), два шаговых (S и S_m) и один по опорной длине профиля (t_p). Кроме известных параметров R_a и R_z в виде среднего арифметического отклонения профиля и высоты неровностей профиля по десяти точкам введена еще оценка наибольшей высоты профиля R_{max}. По своему физическому смыслу R_a характеризует высоту всех неровностей профиля. R_z — наибольших, а R_{max} — полную высоту профиля.

Шаговый параметр S характеризует средний шаг неровностей профиля по вершинам, S_m — средний шаг неровностей профиля по средней линии в пределах базовой длины l. Шаговые параметры, значения которых установлены в пределах 12,5—0,002 *мм*, характеризуют взаимное расположение точек неровностей — вершин (максимумов) профиля и точек пересечения профиля со средней линией (нулей профиля). Их значения показывают в чертежах., когда требуется обеспечить прочность деталей при циклических нагрузках или виброустойчивость.

Относительная опорная длина профиля t_p характеризует в продольном направлении фактическую площадь контакта на заданном уровне сечения профиля и определяется как отношение опорной длины профиля к базовой длине. При нормировании шероховатости поверхности могут еще учитываться требования к точности измерений, соотношения между допусками размера и шероховатостью и т.д.

Параметры оценки шероховатости поверхностей распространяются на все виды материалов, кроме древесины, войлока, фетра и др., имеющих ворсистую поверхность.

Обозначения допусков на шероховатость в соответствии с Международным стандартом регламентируются ГОСТом.

В табл. 10. приведены классы шероховатости и наибольшие значения R_a и R_z.

Таблица 10. **Классы шероховатости и числовые значения R_a и R_Z**

Классы шероховатости	Наибольшие значения, *мкм*						Базовая длина, *мм*
	R_a по разрядам			R_Z по разрядам			
	а	б	в	а	б	в	
1	—	—	—	320	—	—	8
2	—	—	—	160	—	—	
3	—	—	—	80	—	—	
4	—	—	—	40	—	—	
5	—	—	—	20 до 10	—	—	2,5
6	2,5	2	1,6	—	—	—	0,8
7	1,25	1	0,8	—	—	—	
8	0,63	0,5	0,4	—	—	—	
9	0,32	0,25	0,2	—	—	—	0,25
10	0,08	0,063	0,05	—	—	—	
11	0,08	0,063	0,05	—	—	—	
12	0,04	0,032	0,025	—	—	—	
13	—	—	—	0,1	0,08	0,063	0,08
14	—	—	—	0,05	0,04	0,032	

§ 25. Технические измерения

Основные понятия и определения. Отправляя готовые детали в сборочный цех или ремонтные мастерские, нужно быть абсолютно уверенным, что в обрабатывающих цехах все параметры деталей выполнены с требуемой точностью, т.е. необходимо измерить действительные размеры деталей. А для этого нужны надежные средства измерения и контроля.

Метрология — это наука о средствах и методах измерений и контроля. Она охватывает все области технических измерений и контроля различных процессов производства. Как и любая наука, метрология имеет свою терминологию. Основные термины и определения метрологии регламентирует ГОСТ 16263—70.

В технике существуют два основных термина — измерение и контроль. Четкой границы между ними нет: и тот и другой характеризует качество проверяемой детали. Однако принято под *измерением* понимать процесс сопоставления какой-либо величины (длины, угла и т.п.) с такой же величиной, условно принятой за единицу. Результатом измерения является число, выражающее отношение измеряемой величины к величине, принятой за единицу. Под *контролем* принято понимать процесс сопоставления какой-либо величины с предписанными пределами. При контроле устанавливают не действительный размер детали, а только его положение по отношению к предельным размерам. Результатом контроля является вывод о годности или негодности детали.

Измерительные инструменты и техника измерений. Для определения размеров деталей и правильности их обработки применяют измерительные и проверочные инструменты. В зависимости от степени точности измерительные инструменты делят на простые и точные. *Простые* измерительные инструменты обеспечивают точность измерения до 0,5 *мм*. К ним относятся измерительные линейки, метры, рулетки, кронциркули, нутромеры. *Точные* измерительные инструменты позволяют производить измерения с точностью от 0,1 до 0,001 *мм*. К ним относятся штангенциркули, микрометры, угломеры, предельные калибры, индикаторы,

уровни, щупы, а также различные оптико-механические, электромеханические, пневматические и другие приборы.

При точных измерениях необходимо предварительно сверить показания инструмента, находящегося в обращении, с показаниями контрольного инструмента (эталона) и устранить неточности; если конструкция инструмента не позволяет сделать это, то следует учесть отклонения, допущенные им при измерении. Контрольные инструменты периодически проверяют в лаборатории. Точные измерения выполняют при температуре окружающей среды 20 °*С*. Нельзя производить измерения сразу после обработки детали, так как деталь нагрета и результаты измерения будут неточными. Более точные результаты можно получить, выводя среднее значение из показателей первоначального и повторных измерений по окончании каждой операции, а также после окончания изготовления детали в целом.

Точность измерения зависит от опыта и умения пользоваться инструментом. Если нет специальных указаний о правилах пользования инструментом, то при измерении необходимо следить за тем, чтобы измерительный инструмент находился в плоскости, перпендикулярной одной из осей детали, без какого-либо перекоса или наклона.

По назначению и конструкции все измерительные и проверочные инструменты подразделяются на семь групп: штриховые нераздвижные, переносные, раздвижные, угломерные, одномерные, индикаторные и плоскостные проверочные.

Штриховые нераздвижные инструменты применяют для измерения линейных размеров. К этой группе, относятся измерительные линейки, складные метры, рулетки. Расстояние между отдельными штрихами (делениями) у линеек и метров 1 или 0,5 *мм*, у рулеток — 1 или 10 *мм*.

Переносные инструменты служат для переноса размеров с масштабной (измерительной) линейки на изделие или наоборот. Их применяют, когда измерение линейкой невозможно из-за сложной формы детали или наличия на ее кромках фасок и закруглений. К таким инструментам относятся: кронциркули, разметочные циркули и нутромеры. Кронциркуль служит для измерения наружных криволинейных поверхностей (например, наружного диаметра трубы), разметочный циркуль — для измерения и разметки плоских поверхностей или разметки деталей, нутромер — для измерения внутренних поверхностей (например, внутреннего диаметра трубы, отверстия, паза и т.д.). При пользовании этими инструментами размер определяют по линейке.

Штриховые раздвижные инструменты служат для измерения наружных и внутренних поверхностей, глубин и высот. К ним относятся: штангенциркули, микрометры, штихмассы и другие измерительные инструменты, позволяющие производить измерения с высокой точностью благодаря подвижности измерительных частей.

Штангенциркуль (рис. 50) состоит из штанги *6* с губками *1* и *2*, по которой передвигается рамка *5* с губками *3* и *9* и глубиномером *7*. Рамка на штанге закрепляется винтом *4*. Штанга представляет собой масштабную линейку с ценой деления 1 *мм*. На рамке расположена вспомогательная шкала *8,* служащая для отсчета долей миллиметра и называемая *нониусом*. Размеры отсчитывают по основной шкале в целых миллиметрах и по нониусу — в долях миллиметра. Точность отсчета по нониусу может быть 0,1; 0,05 и 0,02 *мм* в зависимости от масштаба.

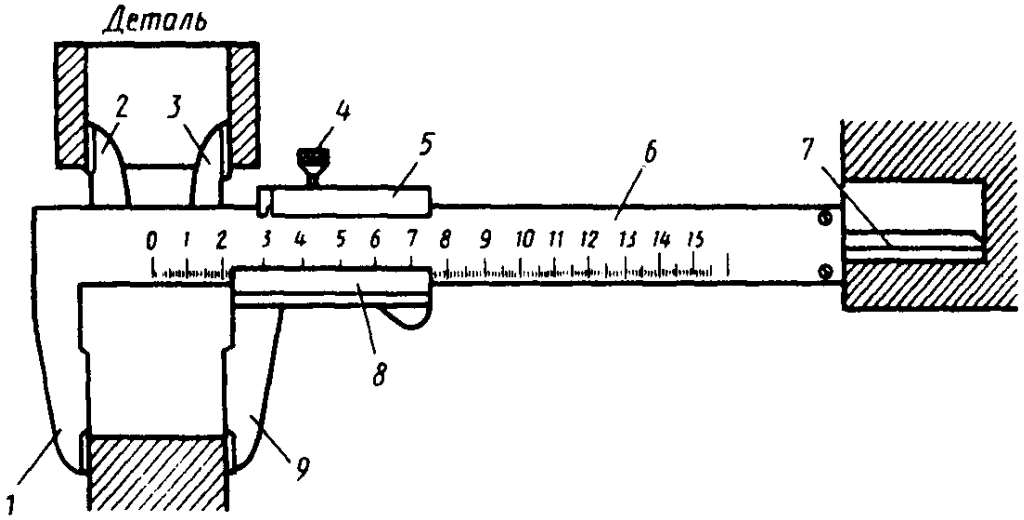


Рис. 50. Штангенциркуль.

Шкала нониуса получена при делении 9 *мм* на 10 частей. Следовательно, размер каждого деления нониуса 0,9 *мм*, т.е. на 0,1 *мм* меньше размера деления основной шкалы. Если передвигать нониус вправо от исходного положения, то при совпадении его штриха 1 со штрихом 1 основной шкалы нулевое деление нониуса переместится от нулевого деления основной шкалы на 0,1 *мм*; между губками *1* и *9* образуется зазор такой же величины. При дальнейшем движении нониуса вправо его штрихи 2, 3, 4 и все дальнейшие до 10-го последовательно совпадут со штрихами 2, 3. 4 и т.д. основной шкалы и расстояние между нулевыми штрихами будет соответственно 0,2; 0,3; 0,4 *мм* и далее до 1 *мм*. На столько же увеличится расстояние между губками штанги и рамки.

Для отсчета размера по штангенциркулю надо взять количество целых миллиметров по основной шкале до нулевого деления нониуса, а количество десятых долей миллиметра — по нониусу, определив, какой штрих нониуса совпадает со штрихом основной шкалы.

У штангенциркуля с точностью отсчета по нониусу 0,05 *мм* шкала нониуса длиной 19 *мм* разделена на 20 равных частей. Следовательно, каждое деление нониуса на 0,05 *мм* меньше деления на штанге. Штангенциркули с точностью отсчета 0,02 *мм* имеют цену деления на штанге 0,5 *мм*, а шкала нониуса длиной 12 *мм* разделена на 25 частей, т.е. имеет цену деления, равную 12 : 25 = 0,48 *мм*, или на 0,5 - 0,48 = 0,02 *мм* меньше цены деления на штанге.

Микрометр (рис. 51) применяют для измерения наружных поверхностей с точностью до 0,01 *мм*. Он состоит из скобы *1* с пяткой *2* и стеблем *7*, микрометрического пинта *6*, на котором закреплен барабан *4*, трещотки *5* и стопорного устройства *3*.

На стебле по обе стороны от продольной риски нанесены штрихи. Расстояние между нижним и соседним верхним штрихами 0,5 *мм*. Микрометрический винт выполнен с шагом 0,5 *мм*, а нижняя конусная поверхность барабана разделена на 50 равных частей. Следовательно, поворот барабана на одно деление соответствует осевому перемещению винта на 0,5 : 50 = 0,01 *мм*.

При измерении микрометром проверяемую деталь помещают между пяткой *2* и торцом винта *6*. Вращением трещотки деталь зажимают так, чтобы не было перекоса. Показания отсчитывают сначала по шкале стебля от нулевого штриха до кромки барабана. Эти показания будут кратными 0,5. Десятые и сотые доли миллиметра отсчитывают по делениям на шкале барабана, совпадающим с продольной риской на стебле. Измеренный размер определяют суммой полученных величин.

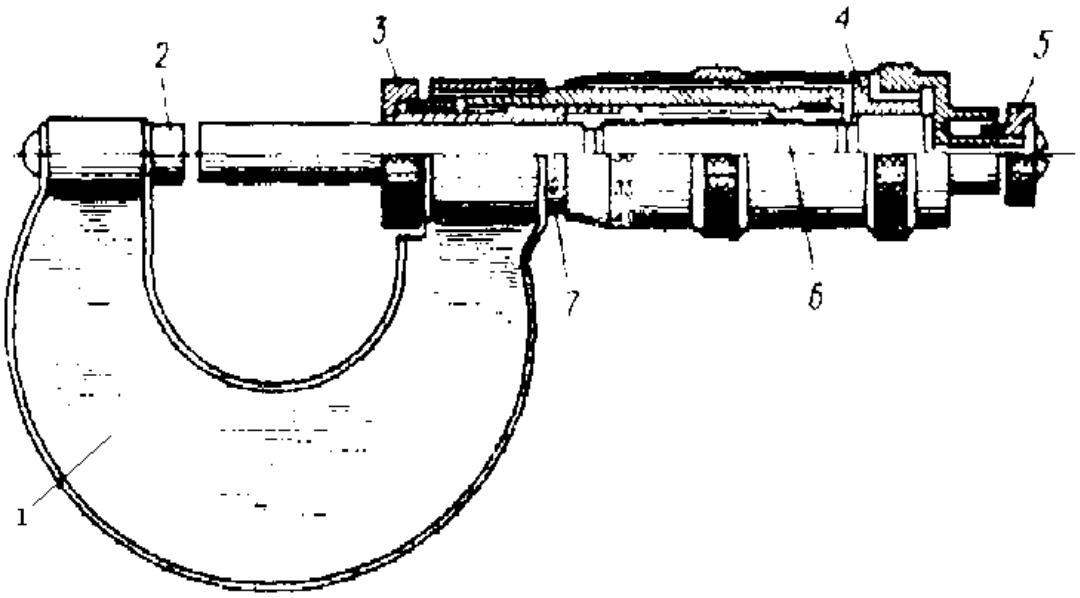


Рис. 51. Микрометр.

На рисунке крайней кромкой барабана открыто на стебле 7 *мм*, а продольная риска стебля совпадает с 35-м делением шкалы барабана, что соответствует 0,35 *мм*. Следовательно, размер детали равен 7 + 0,35 = 7,35 *мм*.

Перед тем как пользоваться микрометром, проверяют правильность его показаний. Для этого торцы пятки и микрометрического винта совмещают с помощью трещотки. При таком положении кромка барабана должна находиться на нулевом штрихе стебля, а нулевое деление барабана совпадать с продольной риской на стебле. Если этого нет, микрометр регулируют установкой на нуль с помощью стопорного устройства и зажимной гайки, находящейся на барабане.

Микрометры выпускаются для разных пределов измерений с интервалами: 0—25, 25—50, 50—75 *мм* и т.д. до 1600 *мм*.

Микрометрический штихмас (рис. 52) служит для измерения внутренних размеров детали с точностью до 0,01 *мм*. Его применяют для определения овальности труб, обечаек, отверстий размером 35 *мм* и более. Способ отсчета по штихмасу такой же, как по микрометру. Для замеров больших диаметров к микрометрической головке штихмаса прилагается набор сменных калиброванных удлинителей, с помощью которых можно составить любой размер.

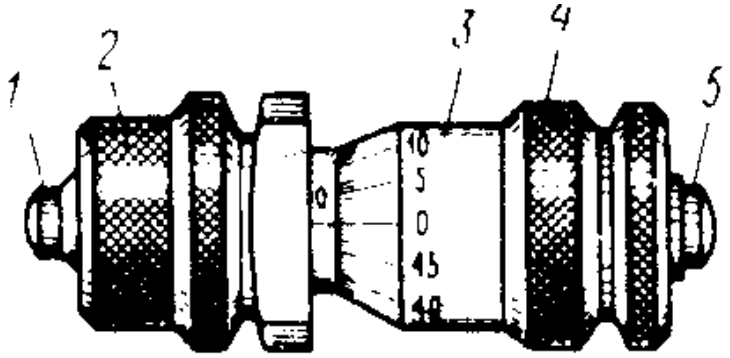


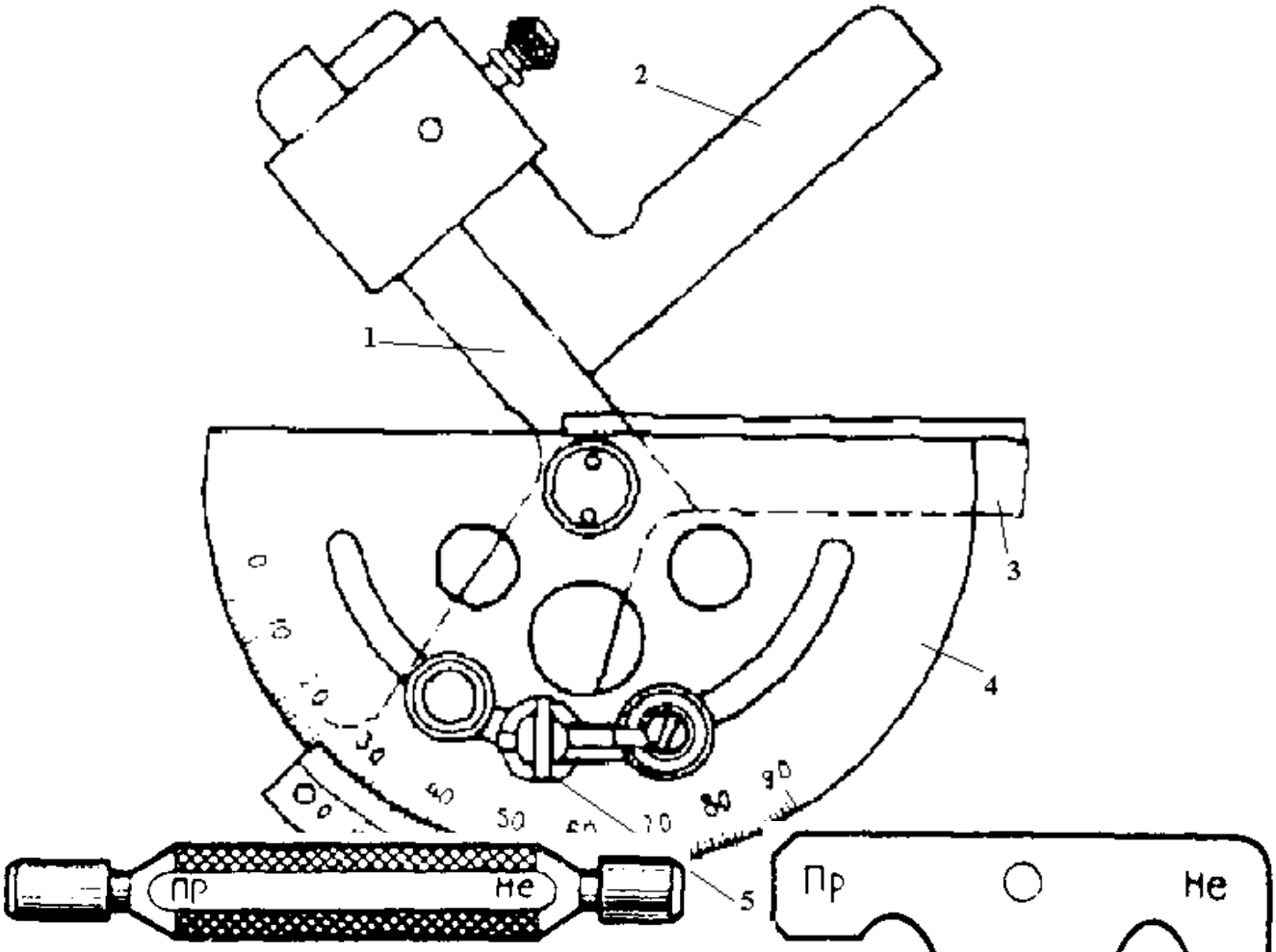
Рис. 52. Микрометрический штихмас.

1 — торец сменного удлинителя, *2* — сменный удлинитель, *3* — микрометрическая головка, *4* — барабан головки, *5* — торец головки

При измерении штихмас вводят в отверстие и упирают один его конец в какую-либо точку, затем, качая штихмас относительно этой точки и одновременно поворачивая барабан головки, находят наибольший диаметр отверстия.

Угломерные инструменты применяют для проверки и измерения углов. К ним относят: угольники, угловые шаблоны и плитки, угломеры. Угольниками проверяют прямые углы, а угловыми шаблонами и плитками — все другие углы.

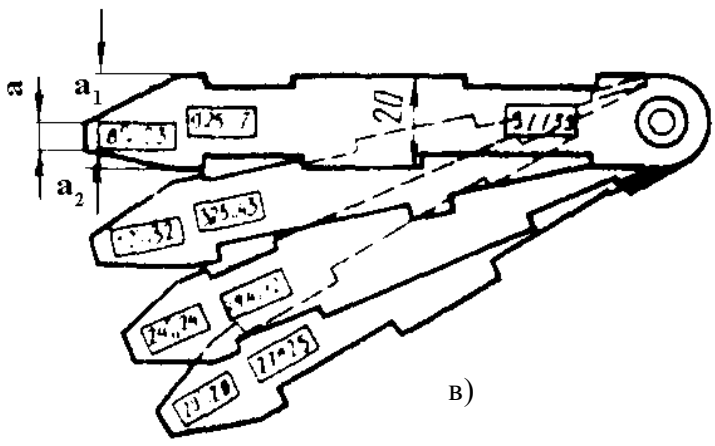
На рис. 53 показан универсальный угломер, которым измеряют углы от 0 до 180° с точностью до 2°. Угломер состоит из линейки *3*, с закрепленным на ней полудиском *4*. Вторая линейка *1* вращается на оси вместе с нониусом *6*. На линейке *1* с помощью хомутика закреплен угольник *2*, который служит для измерения углов до 90°, при измерении больших углов угольник снимают и к полученному показанию прибавляют 90°.



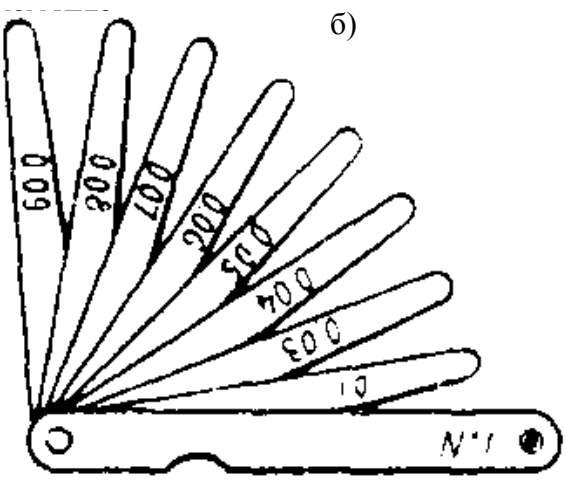
а) б)

Рис. 53. Универсальный угл

Чтобы измерить угол детали, подвижную линейку *1* нулевому штриху нониуса *6*. Затем вращением головки м тельно устанавливают нониус. При отсчете показаний сна полудиска прошел нулевой штрих нониуса; этот штрих по сах. Далее смотрят, какой штрих нониуса совпадает со штр



в)



г)

Рис. 54. Одномерные инструменты:

а — калибр-пробка, *в* — калибр-скоба, *в* — набор шаблонов для проверки фасок и сварного шва, *г* — пластинчатый щуп

Шаблоны применяют для проверки контуров или размеров деталей преимущественно неправильной формы. Несовпадение контуров проверяемой детали с контурами шаблона определяется “на просвет”. На рис. *54, в* представлен набор шаблонов для проверки фасок и сварного шва при соединении труб сваркой. Каждая пластинка шаблона предназначена для определения диаметра и толщины стенки трубы. Концом пластинки проверяют фаски и зазор между торцами стыкуемых труб, а выемки на ее сторонах служат для контроля размеров усиления сварного шва.

Щупы (рис. *54, г*) используют для измерения небольших зазоров между поверхностями собранных деталей. Щуп состоит из набора стальных пластинок, каждая из которых калибрована на определенную толщину в пределах 0,03—1 *мм*. Зазоры можно проверять как одной, так и несколькими сложенными вместе пластинками.

Резьбомеры применяют для проверки величины шага, числа ниток и правильности резьбы. Резьбомер, как и щуп, состоит из набора пластинок, на которых нанесены профили резьбы и указаны размеры.

Индикаторные инструменты служат для измерения небольших отклонений в размерах и форме деталей, проверки правильности и взаимного расположения в конструкциях и механизмах, а также для проверки удлинения шпилек при затяжке фланцевых соединений.

Наибольшее распространение получили индикаторы часового типа с циферблатом (рис. 55) . Механизм индикатора, заключенный в корпус, состоит из набора шестерен. Шестерни подобраны так, что в результате перемещения измерительного стержня *4* на 0,01 *мм* стрелка *1* передвигается по циферблату *3* на 0,01 *мм*, а при перемещении стержня на 1 *мм* стрелка *1* совершает полный оборот, а стрелка *2* передвигается на одно деление.

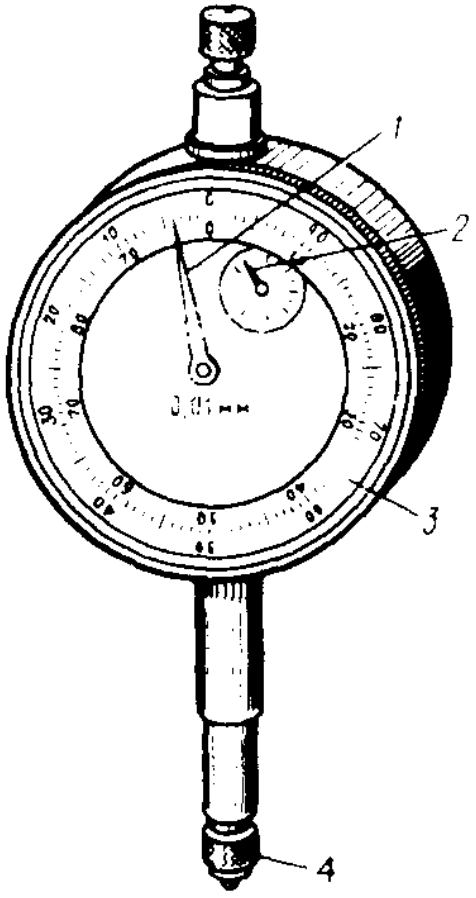


Рис. 55. Индикатор часового типа.

При пользовании индикатором его наконечник подводят к измеряемой поверхности и устанавливают стрелку *1* на нулевое деление. Затем ослабляют винт для одного—двух полных оборотов стрелки *1*. Это делают для того, чтобы во время измерения индикатор мог показать как отрицательные. так и положительные отклонения от размера, по которому он установлен на нуль.

Индикатор на подставке перемещают по поверхности изделия или изделие — по торцу измерительного стержня. Для определения удлинения шпилек при затяжке фланцевых соединений индикатор закрепляют в специальной зажимной втулке с плоской торцевой, поверхностью, которая соприкасается с измеряемым торцом затягиваемой шпильки. Отклонение в форме или размерах вызовет перемещение стержня, а стрелка *1* покажет величину этого отклонения.

Плоскостные проверочные инструменты служат для проверки чистоты поверхности, а также прямолинейности положения изделия по отношению к заданной отметке. К этим инструментам относятся: проверочные угольники, линейки, шабровочные плиты, уровня.

Проверочные угольники, линейки и шабровочные плиты используют для проверки плоскостности деталей методом световой щели, или пятен на краску. При проверке этим методом плиту покрывают слоем краски (лазури, голландской сажи, туши и др.). Краску растирают таким образом, чтобы не ощущалось никаких комочков, и укладывают в мешочек из холста. При натирании плиты краска выступит через поры мешочка и закрасит поверхности плиты тонким слоем. Затем деталь кладут на плиту (или плиту на деталь) и свободно перемещают по ней в разных направлениях. При этом все участки, выступающие на поверхности детали, окрашиваются. Количество равномерно расположенных пятен краски на поверхности характеризует чистоту ее обработки. Чем больше равномерно расположенных отпечатков краски, тем выше чистота обработки поверхности. Этим методом проверяют чистоту обработки поверхности детали после тонкого опиливания, шабрения, притирки. Количество пятен краски на 1 $см^2$ проверяемой поверхности и их площадь задаются техническими условиями.

Уровни (ватерпасы) применяют для проверки горизонтального и вертикального положения поверхностей. Уровнями пользуются при разметке трассы трубопровода, выверке его положения, проверке уклонов и т.д.

Для контроля небольших отклонений поверхности от горизонтального или вертикального положения используют слесарный (валовой) уровень (рис. *56*). Основной его частью является продольная ампула *2* — стеклянная трубка, наполненная жидкостью (водой, спиртом, эфиром с таким расчетом, чтобы внутри остался пузырек воздуха. Пузырек воздуха всегда стремится занять наивысшее положение. Отклонение его от центрального нулевого положения определяется по делениям шкалы, которая нанесена на стеклянной трубке. Цена одного деления шкалы может быть от 0,6 до 0,1 *мм* на 1 *м*. Так, например, отклонение пузырька на одно деление, цена которого 0,6 *мм*, покажет, что разница в высоте двух точек, находящихся на расстоянии 1 *м* одна от другой, составляет 0,6 *мм*.

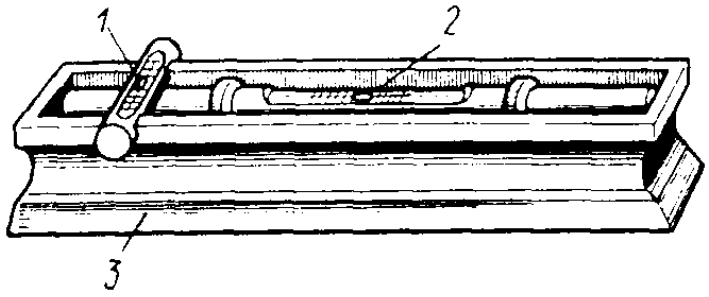


Рис. 56. Слесарный уровень:

1 — поперечная ампула, *2* — продольная ампула, *3* — корпус

Правильность установки уровня в вертикальном положении определяют по пузырьку воздуха в поперечной ампуле *1,* который должен занимать среднее положение.

Контрольные вопросы

1. Какие поверхности называются сопрягаемыми и несопрягаемыми?
2. Что такое номинальный и предельный размеры?
3. На какие виды подразделяются посадки?
4. Что понимается под отклонением формы?
5. Почему поверхности деталей после обработки получаются шероховатыми?
6. Какие измерительные инструменты относятся к простым и какие к точным?
7. Каким инструментом — штангенциркулем или микрометром — и почему можно более точно измерить деталь?
8. Каким инструментом проверяют чистоту поверхности?

ГЛАВА IX. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

§ 26. Демонтаж, разборка и дефектация арматуры

Трубопроводную арматуру в зависимости от степени износа деталей и узлов и категории ремонта ремонтируют в арматурной мастерской или непосредственно на месте установки ее. Обычно крупную арматуру не снимают с трубопровода и ее разборку и сборку производят на месте.

Арматуру с D_y 10—20 *мм* при капитальном ремонте энергоблока (основного оборудования) в основном ремонтируют в цехе (мастерской или на месте ее установки).

При современной тенденции к увеличению продолжительности эксплуатационного периода ремонт трубопроводной арматуры должен базироваться на заводском методе. Увеличить продолжительность эксплуатации основного оборудования можно в том случае, если демонтировать арматуру на энергоблоке и доставлять ее в цех для разборки и ремонта, а на месте демонтированной арматуры монтировать новую или заранее отремонтированную и испытанную. Естественно, что демонтаж на энергоблоке и отправка ее в цех для ремонта целесообразны лишь при капитальном ремонте.

Успешное выполнение ремонта арматуры в значительной мере зависит от того, как была сделана разборка. Перед разборкой необходимо ознакомиться с инструкциями и чертежами, которые имеются по данной арматуре, а также проверить комплектность и только после этого приступить к разборке. Трудноснимающиеся детали, собранные по неподвижным посадкам и длительное время не разбиравшиеся, следует разбирать с помощью гидравлических съемников. Когда их невозможно применить, можно пользоваться молотками или кувалдами, но удары должны наноситься через мягкую подкладку. Для облегчения съема можно подогревать схватывающую деталь нагретым маслом, паром или огнем.

При разборке арматуры следует произвести очистку с последующей промывкой всех ее составных частей. Основные способы промывки деталей приведены в табл. 11.

Таблица 11. **Способы промывки деталей**

Способ промывки	Оборудование	Моющий раствор
Ручной	Ванна с сеткой (целесообразно иметь две ванных для предварительной и окончательной промывки). После выдержки в растворе очистка щетками, обтирочными материалами. Крючками. Грязь оседает под сеткой.	Керосин, бензин
В баках	Передвижной или стационарный бак, в нижней части которого имеется трубка для электроспирали или змеевик для подогрева моющего раствора до 80—90°С. Детали располагаются на сетке.	1. 3—5%-ный раствор кальцинированной соды в воде. 2. По 30 г тринатрийфосфата и кальцинированной соды на 1 л раствора.
Моечной машиной	Моечная машина (стационарная или передвижная, однокамерная только для промывки, двухкамерная для промывки и ополаскивания и трехкамерная для промывки, ополаскивания и сушки). В моечной машине горячий моющий раствор (температурой 80—90°С) подается на детали под давлением душевой установки. Дета ли размещают на сетке или на тележке, которую закатывают в моечную установку.	3.10%-ный водный раствор каустической соды. 4.0,1—0,2% каустической соды, 0,4% тринатрийфосфата, 0,15—0,25% нитрата натрия, остальное — вода.

Промывку деталей производят последовательно в горячем растворе, затем в чистой горячей воде. после чего детали тщательно высушивают. Детали со шлифованными и полированными поверхностями рекомендуется промывать отдельно. В щелочных растворах нельзя

мыть детали из цветных металлов, резины, пластмасс, тканей. Нагар удаляют скребками, шаберами, стальными щетками или химическим способом: детали выдерживают в течение 15—25 *мин* в растворе, состоящем из 3,5% эмульсола, 0,15% кальцинированной соды и воды (температура раствора 60—80°*С*).

Разборку арматуры производить в соответствии с рабочими чертежами и технической документацией на ремонт.

При дефектации арматуры выполняют обмер рабочих поверхностей для установления величины износа и определения пригодности составных частей к дальнейшей работе, проверку зазоров между сопрягаемыми составными частями в основных сборочных единицах арматуры.

При дефектации арматуры и для контроля качества после ремонта следует использовать один (или в сочетании с другими) из методов контроля: визуальный; замер; просвечивание; люминесцентный; магнитную дефектоскопию; ультразвуковую дефектоскопию; цветную дефектоскопию; гидроиспытание на прочность и плотность.

Применение тех или иных методов контроля должно быть оговорено в технической документации на ремонт арматуры.

Последовательность применения указанных методов контроля определяется технологическими процессами, однако визуальный контроль должен предшествовать любому другому.

Визуальному контролю подлежат все составные части арматуры, за исключением составных частей, не допускаемых к повторному использованию (прокладки, набивки и пр.). При визуальном контроле особое внимание уделяют местам, наиболее подверженным коррозионному, эрозионному и механическому изнашиванию (уплотнительные поверхности затвора, регулирующего органа, цилиндрические поверхности затвора, регулирующего органа, цилиндрические поверхности шпинделей, штоков, грундбукс, колец сальника и т.д.) . Визуальный контроль уплотнительных поверхностей производить с применением лупы 4—7-кратного увеличения.

Испытание на плотность металла и герметичность соединений в зависимости от назначения арматуры и условий эксплуатации проводят различными методами: гидравлическими, пневматическими, различными течеискателями и т.п. Как правило, арматура АЭС испытывают водой или воздухом.

Испытание воздухом по падению давления. Изделие находится под внутренним давлением воздуха. Плотность определяется по падению давления в отсеченной полости. Минимально допускаемый поток протечки — 1 *л. мм рт. ст./с*.

Гидравлические испытания. В изделие подается вода под давлением. Контроль плотности проводится по появлению течи или потения. Максимально допускаемый поток протечки — 0,5 *л. мм рт. ст./с*.

Испытание воздухом с погружением в воду. Изделие находится под внутренним давлением воздуха и погружается в емкость с водой. Плотность контролируется по появлению пузырьков воздуха. Минимально допускаемый поток протечки 10^{-2}—10^{-3} *л. мм рт. ст./с*.

Замер производится с целью определения отклонений номинальных размеров, погрешности форм и расположения поверхностей, их шероховатости и твердости от величин, указанных в технической документации на ремонт или в рабочих чертежах.

Проверку прямолинейности, овальности, конусности производят с помощью микрометров и индикаторов, отклонения от плоскости поверхностей — с помощью метода “пятна на краску”. При применении последнего пятна краски должны равномерно располагаться по всей контролируемой поверхности.

Шероховатость определяют оптическими приборами или профилометрами, профилографами. Определение шероховатости поверхностей до 7 и 8-го классов допускается производить по образцам визуально или осязанием при условии выполнения следующих требований:

1) поверхности образцов должны быть обработаны теми же методами, что и сравниваемые поверхности;

2) геометрическая форма образцов должна соответствовать форме контролируемой поверхности.

Шероховатость поверхностей, недоступных для непосредственного измерения специальными приборами или для сравнения с образцами, допускается определять методом слепков.

Твердость поверхностей определяется приборами.

Дефектацию составных частей с резьбовыми поверхностями и крепежных изделий производят визуальным контролем и калибрами с обязательной ультразвуковой дефектоскопией крепежных изделий. Составные части с резьбовыми поверхностями подлежат замене при срыве или смятии более одной нитки на одной из сопрягаемых резьбовых поверхностей или при износе резьбы более 15% по среднему диаметру резьбы.

Допускается применение и других способов обнаружения и устранения дефектов, освоенных ремонтным предприятием, при условии обязательного выполнения требований ТУ к отремонтированной составной части.

По результатам дефектоскопии составные части сортируют по группам:

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

изделия, требующие ремонта — имеющие износ или повреждения, устранение которых возможно;

дефектные изделия — подлежащие замене, имеющие износ и повреждения, устранение которых невозможно.

При разборке нескольких узлов (деталей) детали каждого узла (изделия) следует маркировать и складывать в отдельные ящики. Когда важно выдержать взаимное расположение деталей, метки должны ставиться так, чтобы зафиксировать нужное положение.

Для маркировки деталей арматуры можно пользоваться клеймом (незакаленные детали, которые не могут деформироваться при ударах); краской (любые детали); кислотой (закаленные и незакаленные детали); электрографом (незакаленные и закаленные стальные детали); бирками.

При хранении после дефектоскопии необходимо обеспечить изоляцию различных групп.

§ 27. Ремонт корпусных деталей

Перед заваркой нужно тщательно обследовать литье корпуса арматуры наружным осмотром и гамма-дефектоскопией. Результаты гамма-дефектоскопии фиксируют в специальном журнале, а фотоснимки вместе с рекламацией направляют заводу-изготовителю арматуры.

Заваркой исправляют следующие дефекты:

поверхностные и сквозные трещины, заварка которых допускается на всем протяжении без ограничений;

газовые и усадочные, поверхностные и сквозные раковины, имеющие местный характер;

земляные и шлаковые включения, имеющие местный характер;

усадочную и газовую пористость местного характера.

Отливки, имеющие дефекты в виде обширной пористости, или дефекты, расположенные в местах, не позволяющих произвести качественную заварку, подлежат отбраковке.

Выборку дефектов литья под заварку производят воздушно-дуговой резкой. Для стали марок 20ХМФЛ и 15Х1М1ФЛ следует предварительно, подогреть место выборки газовым пламенем до 300—350 °С. Температуру подогрева контролировать термокарандашом. Дефекты литья нужно выбрать полностью от здорового металла, сквозные трещины перед выбором засверлить по концам.

Перед заваркой дефектов питья производится разделка дефектного места. Форма разделки должна обеспечивать доброкачественный и полный провар по всей поверхности.

После выборки дефектов стенки должны быть пологими, не должны иметь острых углов и углублений. Угол раскрытия разделки должен быть не менее 70°. При образовании в вершине сквозной разделки зазора размером 6 *мм* при заварке следует применять вспомогательную подкладку из стали марки Ст 2 или Ст 3 толщиной 3—4 *мм* (рис. 57, а). При образовании в вершине сквозной разделки большого зазора при заварке необходимо применять вставки (рис. 57, б). Марка металла вставки должна соответствовать марке металла ремонтируемой детали.

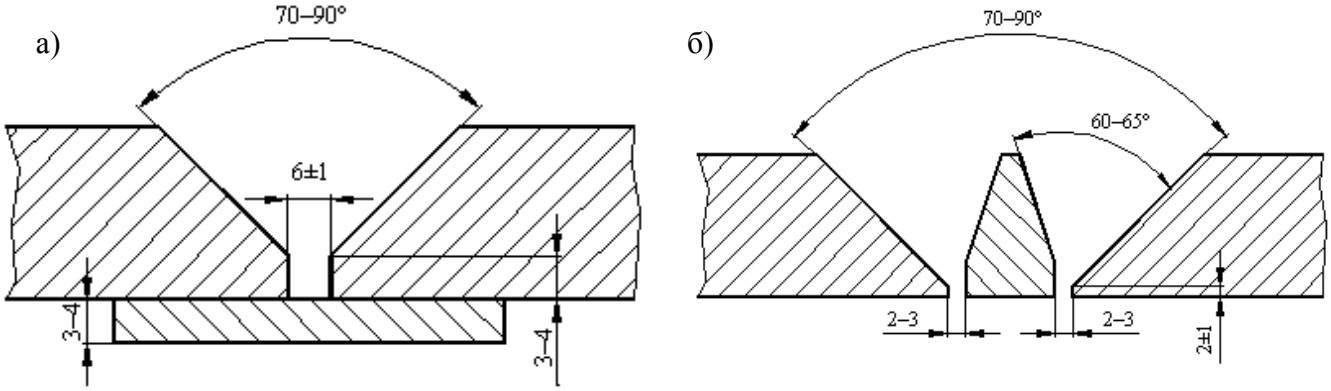


Рис. 57. Форма разделки дефектов литья:

а — разделка с вспомогательной подкладкой, *б* — разделка с применением вставки.

Заварка дефектов в отливках из стали 25Л производится с предварительным подогревом до температуры 300—400°*С*, из стали 15Х1М1ФЛ — до температуры 550—600°*С*.

Местный сопутствующий подогрев осуществляют газовыми горелками. Заварку деталей из стали 15Х1М1ФЛ производят электродами марки ЦЛ-20М диаметром 4 *мм*, из стали 25Л и 20ГСЛ — электродами марки УОНИ-13/55 диаметром 4 *мм* по возможности в нижнем или полувертикальном положении.

Сварочные (наплавочные) работы нужно производить гак, чтобы каждый последующий “валик” перекрывал предыдущий не менее чем на $^1/_3$ ширины. После наложении каждого валика производят тщательную очистку от шлака и металлических брызг зубилом и стальной щеткой.

После окончания сварочных работ производят термообработку по следующему режиму: для стали марки 15Х1М1ФЛ и 20ХМФ — нагрев в печи до температуры 730±10 ℃; для стали марок 25Л и 20ГСЛ — нагрев в печи до температуры 600—650 ℃. Для всех марок стали время выдержки 5 *ч*, охлаждение до 300 ℃ вместе с печью, а затем на воздухе.

Заварку одного или всех дефектов в объеме не более 100 $см^3$ допускается производить без последующей термической обработки.

Сварочные работы должны выполняться электродами в соответствии с чертежами и технологическими указаниями на ремонт. Все сварочные материалы должны соответствовать требованиям действующих государственных стандартов или технических условий на их поставку и иметь сертификат. Перед использованием электроды прокалить при температуре 100—150 ℃ в течение 1 *ч*. Запрещается производить заварку дефектов на сквозняках и при температуре окружающей среды ниже 0 ℃.

Заварку электродами УОНИ-13/55 и ЦЛ-20М вести на постоянном токе при обратной полярности возможно более короткой дугой. Величина сварочного тока приведена в табл. 12.

Таблица 12. **Значении сварочного тока, *А***

Диаметр электрода, мм	**УОНИ-13/55**	**ЦЛ-20М**
4	130—150	140—170

5	170—200	180—210
6	210—240	—

После заварки дефектных мест литые корпусные детали подвергают гидравлическому испытанию на прочность и гамма-дефектоскопии. Результаты испытания фиксируют в специальном журнале.

На необрабатываемых поверхностях основного металла корпусных составных частей допускаются следующие дефекты:

раковины глубиной и диаметром от 3 до 5 *мм*, но не более 10% толщины стенки и в количестве не более 2 *шт.*, глубиной и диаметром до 3 *мм* — не более 8 *шт.* на площади, равной 1000 $см^2$, расстояние между дефектами должно быть не менее 50 *мм*;

поверхностно-ситовидная пористость, выступы, впадины высотой, глубиной до 5% толщины стенки, но не более 5 *мм*, протяженностью до 200 *мм*;

местные выборки мелких поверхностных дефектов глубиной до 5% толщины стенки, но не более 5 *мм*.

На обрабатываемых поверхностях основного металла корпусных составных частей допускаются без исправления дефекты, если их глубина не превышает $^2/_3$ допуска на механическую обработку.

Обработку кромок патрубков корпуса под сварку следует производить в соответствии с рабочим чертежом. Торцы патрубков арматуры после ремонта должны быть перпендикулярны оси корпуса. Отклонение от перпендикулярности не должно превышать 1% внутреннего диаметра патрубка.

Подготовленные к сварке концы патрубков арматуры следует очистить от грязи, краски, масла и защитного покрытия растворителем, после чего шлифовальными машинками с абразивными кругами зачистить до металлического блеска внутреннюю и наружную стороны на ширину 15—20 *мм*.

При сборке необходимо предохранять стыки труб от увлажнения и загрязнения: непосредственно перед сваркой кромки стыка следует просушить газовой горелкой, а кромки арматуры и трубы из нержавеющих коррозионно-стойких сталей обезжирить ацетоном и насухо протереть салфеткой. Плавный переход от одного сечения к другому может быть обеспечен за счет наклонного расположения поверхности сварного шва со стороны раскрытия кромок.

Разделка кромок арматуры высоких и сверхвысоких параметров приведена на рис. 58, а—е.

Правильность стыка, разделка кромок и равномерность зазора подлежат проверке с помощью специальных шаблонов. Эту проверку выполняет мастер по сварке, если стык выполнен с $P > 2{,}2$ *МПа*, или св

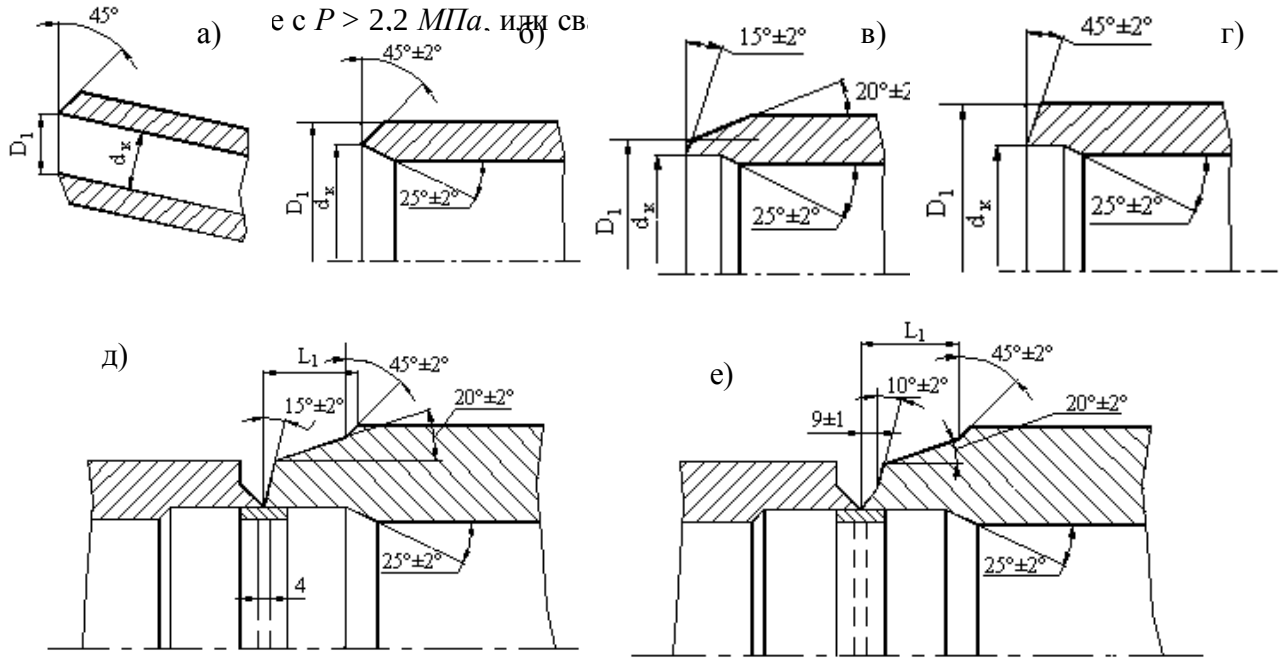


Рис. 58. Разделка кромок арматуры высоких и сверхвысоких параметров:

а — для D_y 10—20 *мм*, *б—г* — D_y 40, 50, 65 *мм*, *д*, *е* — $D_y \geq 100$ *мм*.

§ 28. Ремонт составных частей

Размеры, допуски и шероховатость поверхностей после восстановления или изготовления должны соответствовать указаниям в чертежах и технологической документации на ремонт.

Неуказанные предельные отклонения от геометрической формы и взаимного расположения обработанных поверхностей (отклонения от цилиндричности, прямолинейности, круглости, овальности, конусности, параллельности, соосности и т.д.) не должны превышать $^1/_2$ допуска на соответствующий диаметр или расстояния между контролируемыми поверхностями (осями). Неуказанные предельные отклонения размеров обработанных поверхностей: отверстий — по $\boldsymbol{A_7}$, валов — по $\boldsymbol{B_7}$, остальных — по $\boldsymbol{CM_7}$.

Резьба всех деталей и трапецеидальная резьба на шпинделе (за исключением наружной трапецеидальной) должна соответствовать 3-му классу. Резьба должна быть без заусенцев и рванин, с полным профилем. Шероховатость поверхности профиля резьбы, если она не указана в чертеже детали, должна быть для шпилек и гаек фланцевого соединения, откидных болтов и трапецеидальной резьбы шпинделя и втулки шпинделя до 20 *мкм*, в остальных случаях должна соответствовать 40 *мкм*.

Задиры, вмятины на цилиндрических поверхностях шпинделей (штоков) с антикоррозионным или прочностным покрытием нужно удалять шлифованием с последующим полированием и антикоррозионным или упрочняющим покрытием в соответствии с рабочими чертежами и технологической документацией на ремонт.

Если фактический размер шпинделя (штока) после ремонта выходит за пределы предельно-допустимого размера, нужно изготовить сопрягаемые детали по фактическому размеру шпинделя (штока), если это экономически целесообразно и не снижает надежность конструкции арматуры.

Детали арматуры, изготовленные (восстановленные) из легированной стали и окончательно механически обработанные (после термообработки), перед сборкой должны подвергаться 100%-ному стилоскопическому контролю и проверке на твердость.

При изготовлении рифленой прокладки не должно быть царапин или вмятин на поверхности притупленных гребешков.

§ 29. Ремонт сальниковых уплотнений

Жесткие требования к обеспечению герметичности предъявляются к уплотнению шпинделя и к соединению корпуса с крышкой арматуры.

В арматуре больших диаметров применяют сальниковые уплотнения с длинным гнездом, в котором размещают одно или несколько разделительных колец, позволяющих контролировать протечку и удалять проникающую через сальник рабочую среду. Кроме того, применяют многоступенчатые сальники.

Одним из основных факторов, определяющих длительную и надежную работу сальниковых уплотнений в арматуре, является материал для сальниковой набивки. Он должен обеспечивать герметичность и не коррелировать поверхность шпинделя, соприкасающуюся с набивкой.

Набивка должна быть устойчивой к износу, чтобы не засорять разделительные кольца сальникового гнезда и чтобы частицы набивки не попадали в рабочую среду. Кроме того, набивка должна минимально изменяться в объеме.

В качестве материала для уплотнений сальника энергетической арматуры применяют прессованные асбографитовые кольца марки АГ-50 с прослойками графита тигельного чешуйчатого. В целях исключения возможной электрохимической коррозии поверхностей, сопрягающихся с сальниковой набивкой, изделия арматуры поставляются с временной сальниковой набивкой марки АС, пропитанной ингибитором Г-2.

В качестве набивки для обратных клапанов допускается применять предварительно спрессованные кольца марки АС, выполненные из асбестового шнура сквозного плетения с прослойками графита тигельного чешуйчатого.

Для сальника плавающей крышки, грундбуксы тарелки предохранительных клапанов допускается применение предварительно спрессованных колец из шнуровой набивки марки АПРПС. Сальник поршня в тарелке предохранительных клапанов выполняют предварительно спрессованными кольцами из шнуровой набивки марки АПРПС с установкой между кольцами набивки прокладок из стали 08Х18Н10Т.

Набивка сальников производится равномерно, с применением специальных разрезных втулок, позволяющих производить уплотнение каждого кольца, начиная с самого нижнего. При набивке асбестовые кольца нужно расположить замками в разбежку, т.е. у двух соседних колец замки должны быть повернуты относительно друг друга на 180°, у следующей пары колец замки располагать также, но относительно первой пары повернуть на 90° и т.д.

При затяжке сальника с установленной в сальниковой камере грундбуксой следить, чтобы внутренний диаметр грундбуксы располагался концентрично относительно поверхности шпинделя. Контроль за концентричностью осуществляется с использованием фольги из цветного металла.

В процессе затяжки гаек откидных болтов необходимо проверять подвижность фольги, отсутствие ее прижатия к поверхности шпинделя.

После окончания набивки сальника нужно вручную приводом на маховике опустить и поднять шпиндель на весь ход затвора и убедиться, наблюдая за зазором между шпинделем и грундбуксой, что поверхность шпинделя не касается поверхности грундбуксы. Кроме того, осмотром поверхности шпинделя убедиться в отсутствии на ней каких-либо следов повреждений.

§ 30. Наплавка уплотнительных поверхностей деталей арматуры

Общие положения. Для повышения долговечности деталей арматуры наиболее часто используют износостойкую наплавку. Для правильного выбора наплавки необходимо учитывать форму детали, условия работы и степень износа. Сплавы для наплавки уплотнительных поверхностей должны обладать следующими свойствами:

стойкостью против задирания при температурах до 600 °*С* и удельным давлением 100—130 *МПа*;

достаточно высокой твердостью при рабочих температурах;

стойкостью против образования трещин при резких изменениях температуры;

коррозионной и эрозионной стойкостью в рабочей среде;

хорошей технологичностью.

Для наплавки уплотнительных поверхностей арматуры высоких параметров применяют сплавы на основе кобальта (стеллиты), никеля и железа.

Сплавы на основе кобальта, содержащие углерод, хром и вольфрам, в некоторых случаях дополнительно легируют молибденом, ниобием, никелем и другими элементами.

В зависимости от состава твердость стеллитов колеблется в пределах от *HRC* 38—40 до *HRC* 60—65. В арматуростроении применяют преимущественно кобальтовые сплавы с *HRC* 40—48. Они лучше обрабатываются, более вязки, менее склонны к образованию трещин при наплавке и эксплуатации арматуры, чем твердые стеллиты с высоким содержанием углерода и вольфрама.

Важными свойствами стеллитов являются способность длительно сохранять твердость и прочность при высоких температурах, хорошая стойкость против эрозии и коррозии, а также высокая износостойкость при сухом трении металла о металл.

Наплавку выполняют, как правило, вручную. При электродуговой наплавке из-за большого проплавления основного металла заданные состав и свойства сплава достигаются только в третьем и последующих слоях. Необходимость наплавки толстого споя приводит к большому расходу дорогостоящего сплава. Кроме того, в детали возникают большие остаточные напряжения, что усиливает опасность ее коробления или растрескивания при эксплуатации. Сложность и трудоемкость наплавки стеллитами, а также их высокая стоимость и дефицитность ограничивают их применение в арматуростроении.

Их используют только для наиболее ответственной и тяжелонагруженной арматуры. В остальных случаях применяют сплавы на основе никеля и железа. Большинство их разработано на базе хромоникелевой аустенитной стали 1Х18Н9Т, обладающей высокой коррозионной и эрозионной стойкостью. В практике арматуростроения, а также при восстановлении арматуры в условиях электростанции и ремонтных предприятий нашли широкое применение сплавы на железной основе системы Fe–Cr–Ni–Si–Mo. Опыт промышленной эксплуатации показал высокую надежность и работоспособность этих сплавов. Их наносят на уплотнительные поверхности деталей арматуры в условиях электростанции и ремонтных предприятий методом ручной электродуговой наплавки (электродами ЦН-6, ЦН-12).

Для повышения качества и работоспособности наплавленных поверхностей. улучшения условий труда сварщиков и снижения трудоемкости наплавочных работ на заводах, изготовляющих арматуры, а также на некоторых ремонтных предприятиях внедрены автоматическая наплавка уплотнительных поверхностей под легирующим плавлено-керамическим флюсом и автоматическая плазменная наплавка проволочными присадочными материалами.

Электродуговая наплавка электродами ЦН-2, ЦН-6, ЦН-12. К выполнению работ по наплавке уплотнительных поверхностей арматуры допускаются дипломированные сварщики. Для наплавки применяют электроды ЦН-6, (в модификациях ЦН-6М, ЦН-6Л) типа Э-0Х17Н7С512-30, ЦН-12 (в модификации ЦН-12М) типа Э-1Х16Н8М6С5Г4, ЦН-2 типа ЭА-1М2Ф.

Качество и основные характеристики электродов должны быть подтверждены сертификатом завода-изготовителя. При этом потребителем могут быть проверены технологические свойства электродов, а также твердость наплавленного металла, для чего проводится наплавка контрольной пробы от проверяемой партии электродов.

При отсутствии сертификатов на электроды приемка и сдача их производится по химическому составу и твердости в рабочем состоянии. Проверка химического состава и твердости производится в соответствии с ГОСТом. Общие технические требования, предъявляемые к электродам, их размеры, механические и технологические свойства, маркировку и упаковку необходимо контролировать также в соответствии с указаниями ГОСТа.

Детали, предназначенные для наплавки уплотнительных поверхностей. должны быть приняты ОТК по размерам заготовок, указанным на чертеже.

Наплавляемая поверхность детали должна быть очищена от следов ржавчины, грязи, жировых веществ и т.п. до металлического блеска.

Разделка фасок и канавок должна исключать наличие острых углов, способствующих зашлакованию наплавки, и должна обеспечить доступ для нормального манипулирования электродом.

Перед наплавкой электроды необходимо прокалить при температуре 100—150°*С* в течение 1 *ч*.

Детали перед наплавкой необходимо прогреть до температуры, указанной в табл. 13.

Таблица 13. **Температура нагрева деталей**

Марка электрода	**Марка, стали основного металла**	**Температура подогрева, °*С***	**Примечание**
ЦН-6М (ЦН-6Л), ЦТ-1	12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ, 25Х2МФЛ, 38ХВФЮ	300	Детали с D_y 150 *мм* наплавляют без подогрева.
ЦН-6М (ЦН-6Л)	20, 25, 25Л	250—350	—
ЦН-6М (ЦН-6Л), ЦН-2	20ГСМ, 08Х18Н10Т, Х18Н9Т	Без подогрева	—
ЦН-2	Х18Н9Т, ЭИ-612, ЭИ-695Р, 12Х1МФ	700	— Подслой накладывается электродами ЭА-2 без подогрева.
ЦН-12М	12Х1МФ, 12Х1М1Ф, 25Х1МФ	700 (температура детали в конце наплавки должна быть не менее 500°)	То же, мелкие детали (штоки) наплавляются также без подогрева.

При выполнении наплавки электродами ЦН-6 (ЦН-6Л) и ЦТ-1 предварительный подогрев следует исключить, если он не требуется для основного металла. Подслой под наплавку электродами ЦН-12 (ЦН-12М) допустимо наносить без предварительного подогрева, после чего деталь подогревают до необходимой температурь..

Перед наплавкой детали следует установить таким образом, чтобы наплавляемый участок находился в горизонтальном положении, наплавка производится на постоянном токе обратной полярности. Сварочный ток устанавливается в зависимости от диаметра электрода (табл. 14). Напряжение на дуге должно быть 24—26 *В*.

Таблица 14. **Сварочный ток**

Диаметр электрода, *мм*	**ЦН-2**	**ЦН-6М (ЦН-6Л), ЦТ-1**	**ЦН-12 (ЦН-12М)**
3	—	—	80—110
4	120—140	110—130	120—140
5	180—200	180—200	180—230
6	220—240	—	—

Наклон электрода должен быть равен 10—15° от вертикали в сторону перемещения электрода.

Глубина расплавления основного металла должна быть минимальной, для чего наплавку первого слоя рекомендуется производить на минимально допустимом сварочном токе.

Для уменьшения внутренних напряжении наплавку следует производить не менее чем в четыре слоя высотой не более 2—4 *мм* (кроме, наплавок, выполняемых ванным способом); при наплавке деталей арматуры с $D_y \geq 150$ каждый слой наплавляется в четыре участка обратноступенчатым методом. Участки верхнего слоя начинаются с середины участков нижнего слоя и наплавку ведут в направлении, противоположном нижнему слою.

Наплавку рекомендуется производить минимально короткой дугой. Величина перекрытия одного валика другим должна составлять от $^1/_8$ до $^1/_2$ его ширины. После наложения каждого слоя поверхность наплавленного металла нужно тщательно очистить от шлака и брызг с помощью зубила и металлической щетки.

При замене электродов или при обрыве дуги перед началом дальнейшей наплавки кратер необходимо зачистить от шлака.

При наплавке уплотнительных поверхностей следует обращать внимание на получение необходимой высоты и ширины наплавки. Припуск на механическую обработку по ширине наплавляемого слоя должен быть не менее 3 *мм* на каждую сторону, по высоте — от 2 до 4 *мм*. Высота споя наплавленного металла перед механической обработкой должна быть в случае применения электродов ЦН-6М (ЦН-6Л) не менее 10 *мм*, а электродов ЦН-2 и ЦН-12 (ЦН-12МО) — не менее 8 *мм*, считая от подслоя. Высота слоя наплавленного металла после механической обработки должна быть не менее 6 *мм* — в случае наплавок электродами ЦН-2 и ЦН-12 (ЦН-12М) и не менее 8 *мм* — электродами ЦН-6М (ЦН-6Л).

При наплавке поверхностей на дне глухих отверстий диаметром до 40 *мм* следует применять ванный способ, увеличивая при этом указанный в табл. 14 сварочный ток на 20%.

При обнаружении дефектов наплавленной поверхности на любой стадии изготовления (ремонта) деталей арматуры допускается их исправление посредством наплавки по обычному режиму с предварительной механической разделкой дефектного места.

Наплавленные детали подвергают термообработке по следующим режимам:

при наплавке на перлитные стали — нагрев до (725±25)°*С*, выдержка не менее 1 *ч*, охлаждение с печью до температуры не выше 300°*С*, далее на спокойном воздухе;

при наплавке на аустенитные стали— нагрев до 800—900°*С*, выдержка не менее 1 *ч*, охлаждение с печью до температуры не выше 300°*С*, далее на спокойном воздухе.

Допускается не подвергать термообработке детали с $D_y \leq 150$ *мм*, наплавленные электродами ЦН-2 и ЦН-6М (ЦН-6Л) , охлажденные после наплавки под слоем сухого песка.

Термообработка (с загрузкой в печь, нагретую до температуры не ниже 500°*С*) деталей арматуры с $D_y \geq 150$ *мм*, наплавленных электродами ЦН-12 (ЦН-12М) и ЦН-2, производится непосредственно после наплавки, не допуская остывания наплавленной детали ниже 500°*С*.

Детали арматуры с D_y < 150 *мм*, наплавленные электродами ЦН-12 (ЦН-12М), а также детали арматуры с D_y > 150 *мм*, наплавленные электродами ЦН-6М (ЦН-6Л), могут подвергаться термообработке как непосредственно после наплавки, так и после замедленного остывания их под слоем сухого песка, а при последующей термообработке они должны загружаться в печь с температурой не выше 300 °*C*.

Контроль качества выполненных наплавок включает: внешний осмотр и измерение габаритных размеров наплавки на детали; определение сплошности обработанной поверхности наплавки; измерение твердости наплавки; люминесцентный контроль.

По результатам внешнего осмотра и измерений габаритных размеров наплавленных деталей до механической обработки отбраковывают детали с наплавками, имеющими грубые дефекты (поры, раковины, трещины, шлаковые включения).

Таблица 15. **Оценка качества уплотнительных поверхностей**

Группа уплотнительных поверхностей	**Балл 2**	**Балл 1**
Штоки, тарелки, шиберы для арматуры с D_y 10—50 *мм*	Полное отсутствие дефектов при контроле.	Трещины любых размеров и наплавлений, несплавления между основным и наплавленным металлами и между отдельными слоями наплавки.
Тарелки, седла для запор ной и предохранительной арматуры с D_y 100 *мм* и выше.	То же	То же
Седла, шиберы дросселирующей и регулирующей арматуры с D_y 100 *мм* и выше.	Отдельные поры и шлаковые включения с максимальным линейным размером не более 2 *мм*.	То же
	Отдельные скопления пор и шлаковых включений* , состоящие не более чем из пяти дефектов, при условии, что размеры входящих и скопление дефектов не превышают1,5 *мм*.	—

Твердость наплавленного металла определяется после чистовой обработки поверхности наплавленной стали. Измерения твердости производятся на приборе Роквелла по шкале *HRC* 150 не менее чем в трех точках для арматуры с $D_y \le 225$ *мм* и не менее чем в пяти точках для арматуры с $D_y > 225$ *мм*, равномерно расположенных по всей площади наплавки на деталь.

Допускается несоответствие этим нормам результатов одного (для $D_y \le 225$ *мм*) или двух (для $D_y > 225$ мм) измерений при условии, что результаты двух дополнительных измерений, проведенных на расстоянии не более 5 *мм* от точки измерения с выпадом, отвечают требованиям ТУ.

Применительно к деталям, твердость уплотнительных поверхностей которых не может быть измерена на существующих приборах, допускается проводить ее измерение на образцах-

* Скоплением пор и шлаковых включений считается группа соответствующих дефектов, расположенных на поверхности, в количестве не более трех с расстоянием между ними не менее 4,5 *мм*.

свидетелях. При этом условии выполнение и термообработка контрольной наплавки, а также ее высота после механической обработки должны соответствовать наплавке, выполненной на детали.

Визуальному контролю на сплошность с выявлением трещин, пор, раковин, шлаковых включений и наплавлений подвергаются все наплавляемые детали (контроль производится после шлифовки уплотнительных поверхностей).

Отсутствие трещин на притираемых уплотнительных поверхностях проверяется также с применением люминесцентного метода контроля (или цветной дефектоскопии).

Для оценки качества состояния уплотнительных поверхностей деталей арматуры применяется двухбалльная система (табл. 15).

Балл 1 является браковочным. Детали, оцененные этим баллом, должны быть направлены на исправление. После исправления детали подвергают повторному люминесцентному контролю. Детали, оцененные баллом 2, являются годными.

Плазменная наплавка арматуры. Прогрессивным методом наплавки уплотнительных поверхностей тарелок и седел арматуры является плазменная наплавка. Плазменную наплавку порошковыми материалами (ПГ-ХН80СР2-42 или ПГ-ХН80СР2-48) выполняют горелкой комбинированного типа. в которой одновременно горят две дуги: одна — между неплавящимся вольфрамовым электродом и стабилизирующим соплом (косвенная дуга), другая — между тем же электродом и изделием (дуга прямого действия). Косвенная дуга обеспечивает устойчивую работу горелки, нагревает порошок. Дуга прямого действия нагревает поверхность изделия и сплавляет присадочный и основной металлы. Обе дуги имеют автономные источники питания.

Присадочный порошок подается газом по гибкой трубке из питателя в плазменную горелку и через кольцевую щель между стабилизирующим и фокусирующим соплами вдувается в дугу. В зоне дуги порошок нагревается и плавится, и на поверхность изделия попадают уже капельки жидкого присадочного металла.

В плазменную горелку поступают три потока газа: центральный — плазмообразующего газа, который защищает вольфрамовый электрод от окисления, стабилизирует и сжимает дугу (расход газа 1—2,5 $^{л}/_{мин}$); транспортирующий — который подает присадочный порошок в горелку и вдувает его в дугу (расход газа 5—10 $^{л}/_{мин}$); защитный (расход газа 10—20 $^{л}/_{мин}$). В качестве плазмообразующего транспортирующего и защитного газов используют чистый аргон марки ***А***.

Технологические возможности плазменной наплавки очень широки. Наибольший практический интерес представляет собой нанесение этим способом тонких слоев металла при незначительном расплавлении поверхности изделия. Минимальная высота однослойного валика 5—6 *мм*. Для получения широких валиков плазменной горелки сообщают поперечные колебания (за один проход можно наплавлять валики шириной до 60 *мм*). Применение установок для плазменной наплавки наиболее целесообразно на ремонтных заводах энергосистем, имеющих мощные энергетические блоки.

Автоматическая наплавка уплотнительных поверхностей. Для повышения качества и работоспособности наплавленных уплотнительных поверхностей, улучшения условий труда сварщиков и снижения трудоемкости наплавочных работ разработаны и внедрены технология и оборудование для автоматической наплавки деталей энергетической арматуры, изготовляемых из малоуглеродистых и низколегированных теплоустойчивых сталей, а также из сталей аустенитного класса.

Наплавку выполняют за один проход с применением электродной проволоки или ленты марок Э11-654 (Х18Н12САТ)и Св-04Х19Н9С2 и легирующих плавлено-керамических флюсов типа ПКНЛ, обладающих высокой технологичностью. Эти флюсы в сочетании с указанной электродной проволокой или лентой обеспечивают получение плотного, хорошо формирующегося слоя твердого сплава типа Х13Н8С5М2ГТ твердостью *HRC* 32-45.

Сплошность, однородность, химический состав и физико-механические свойства этого сплава (твердость, сопротивление задиранию в среде воды и пара высоких параметров, коррозионно-эрозионная стойкость) не уступают свойствам сплава, наплавленного методом многослойной ручной электродуговой наплавки электродами типа ЭН-08Х17Н7С512-30.

Технология наплавки электродной лентой обеспечивает более высокое качество по сравнению с наплавлением электродной проволокой. Вследствие небольшого проплавления (0,8—1,2 *мм*) при наплавке электродной лентой можно получить необходимые эксплуатационные свойства (сопротивление износу при трении, коррозионную стойкость и пр.) в более тонком слое облицовки (4—6 *мм*), чем при наплавке, выполняемой электродной проволокой (6—9 *мм*). Благодаря высокой стабильности процесса при наплавке электродной лентой разброс значений твердости на рабочей поверхности наплавленного слоя составляет 3—8 ед. *HRC*. При наплавке электродной проволокой этот разброс составляет 8—13 ед. *HRC*.

§ 31. Упрочнение деталей

Упрочнение азотированием. Для повышения коррозионной стойкости и твердости с целью повышения износостойкости деталей арматуры, работающих на воздухе, в воде и в паровоздушной атмосфере, применяется азотирование рабочих поверхностей.

Азотирование — процесс насыщения поверхности детали азотом. В качестве нитрирующей среды используется аммиак NH_3, в атмосфере которого сталь выдерживается при температуре 480—760 °*C* в течение 20—90 *ч*.

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

Для получения необходимых механических свойств сердцевины заготовки детали подвергают перед азотированием закалке с высоким отпуском при температуре выше рабочей и обработке на станках до R_a = 1,6—1,25. Режимы азотирования деталей арматуры приведены в табл. 16.

При ремонте арматуры применяют твердостное и антикоррозионное азотирование. *Твердостное азотирование* применяют в тех случаях, когда к деталям предъявляют особые требования в отношении износостойкости и предела выносливости, например к шиберам клапанов, работающих на паропроводах, измерительному инструменту и деталям станков. *Антикоррозионное азотирование* рекомендуется применять для обработки деталей, подвергающихся при эксплуатации разрушению от коррозии. К таким деталям относятся, например, шпиндели арматуры D_y < 50 *мм* и пружины.

Твердостному азотированию подвергаются детали арматуры из сталей марок 38Х2МЮА, 12Х18Н10Т, 45Х14Н14В2М (ЭИ69), 31Х19Н9МВБТ (ЭИ572) и ХН35ВТ (ЭИ612); антикоррозионному азотированию — детали арматуры из сталей марок 35, 38Х2МЮА, 25Х1МФА (ЭИ10) и 25Х2М1Ф (ЭИ723).

Таблица 16. **Режимы азотирования деталей арматуры**

Покрытие	Процесс азотирования	Твердость, НВ	Глубина слоя, *мм*	I ступень процесса				II ступень процесса				Отпуск в атмосфере полностью диссоциированного аммиака	
				температура, *°С*	время, *ч*	диссоциация аммиака, *%*	давление водяного столба, *мм*	температура, *°С*	время, *ч*	диссоциация аммиака, *%*	давление водяного столба, *мм*	температура, *°С*	время, *ч*
Антикоррозионное, сталь 35 (d = 20 *мм*)	Двухступенчатый понижающийся	—	0,1—0,2	540—560	4	40—60	70—90	500—510	2	20—35	70—90	—	—
Антикоррозионное сталь 35 и 38Х2МЮА (d = 20 *мм*)	Двухступенчатый повышающийся	—	0,1—0,3	500—510	3	20—35	70—90	540—560	9	40—60	70—90	—	—
Твердостное, сталь 38Х2МЮА	Двухступенчатый повышающийся с отпуском	900	0,45	500—510	12	20—40	70—90	540—570	17	50—70	70—90	550	2
Твердостное, стали аустенитного класса 12Х18Н9Т и 45Х14Н14В2М	Одноступенчатый с отпуском	590	0,15—0,20	600	58	40—60	70—90	—	—	—	—	550	2
Твердостное, сталь 31Х19Н9НВБТ	Двухступенчатый	—	0,15	650	35	—	—	700	35	50—70	—	—	—
	Одноступенчатый	509	0,06	650	48	40—60	70—90	—	—	—	—	—	—
Антикоррозионное, стали 25Х1 МФА и 25Х2М1Ф	Двухступенчатый повышающийся	—	0,1—0,3	500—510	3	20—35	70—90	540—560	9	40—60	70—90	—	—

Примечания: 1. Охлаждение муфеля на воздухе.

2. Температура выгрузки из муфеля не выше 200 *°С*.

При твердостном азотировании глубина азотированного слоя для сталей различных марок составляет: 38Х2МЮА — 0,45 *мм*; 45Х14Н14В2М — 0,15—0,20; 12Х18Н10Т — 0,5—0,20; 31Х19Н9МВБТ — ≥ 0,15 *мм*.

Глубина азотированного слоя при антикоррозионном азотировании для различных марок сталей составляет: сталь 35 — 0,1—0,2 *мм*; 38Х2МЮА, 25Х2М1Ф — 0,1—0,3 *мм*.

Упрочнение химическим никелированием. Для повышения износостойкости и коррозионной стойкости шпинделей из углеродистых и легированных сталей перлитного и аустенитного классов небольших условных проходов паровой арматуры при рабочих температурах 565— 650°*С* применяется никелирование.

Покрытия, полученные химическим никелированием, представляет собой сплав никеля с 10—15% фосфора. Они отличаются рядом преимуществ по сравнению с гальваническими никелевыми покрытиями, в частности равномерностью слоя на деталях любой сложной конфигурации, отсутствием пор, высокими защитными свойствами в условиях атмосферной и высокотемпературной газовой коррозии, твердостью до 50—65 *HRC* и износостойкостью, сравнимой с износостойкостью электролитических слоев хрома.

Детали, подлежащие химическому никелированию, вначале подвергают наружному осмотру. Затем производится электролитическое обезжиривание при комнатной температуре и плотности тока 2 $А/дм^2$ в растворе следующего состава ($^{г}/_{л}$): сода кальцинированная — 50, тринатрийфосфат — 50, едкий натр — 10, жидкое стекло — 5.

Химическое декапирование производят в течение 5—10 *мин* в 15—20%-ном растворе соляной кислоты при комнатной температуре.

Для химического никелирования применяют раствор температуры 80 °*С* следующего состава ($^{г}/_{л}$) :

Сернокислый никель	21
Гипофосфат натрия	24
Уксуснокислый натрий	10
Малеиновый ангидрид	1,5

С целью увеличения сцепления слоя покрытия с основным металлом и повышения твердости покрытия производят термическую обработку в электрических печах по режиму: нагрев до (400±20)°*С* (низколегированные и углеродистые стали) и до (550±20)°*С* (аустенитные стали) с выдержкой в течение 1 *ч*.

Контроль качества покрытия производится для определения толщины слоя (по привесу образца-свидетеля), который в зависимости от предъявляемых требований должен быть: для защиты от коррозии 9—15 *мкм*, для износостойкости 21—30 *мкм*.

Упрочнение термической обработкой. Увеличение срока службы деталей арматуры может быть достигнуто термической обработкой, в результате которой изменяются микроструктура, механические свойства (прочность, твердость, вязкость), химические свойства стали — однородность состава и сопротивление коррозии. Термической обработке подвергают шпильки, гайки, втулки, шпиндели, пружины главных предохранительных клапанов, рубашки поршневой камеры и др.

Наиболее целесообразно проводить отжиг, нормализацию, закалку и отпуск на ремонтных заводах энергосистем или на ремонтных предприятиях. Режимы термической обработки приведены в табл. 17.

Таблица 17. **Режимы термической обработки деталей арматуры**

Деталь	Сталь	Вид термической обработки	Режим термической обработки			Механические свойства после термической обработки					
			температура нагрева, °С	выдержка, *ч*	охлаждающая среда	временное сопротивление разрыву, *кг/мм²*	условный предел деформации, *кгс/мм²*	относительное удлинение, %	относительное сужение, %	ударная вязкость, *кг.м/см²*	твердость, *НВ*
Шпильки	25Х2М1Ф (ЭИ723)	Ж	920—950	3	Печь до 300°С	≥ 85	≥ 75	≥ 15	50	6	255—302
		Н	980—1000	1	В						
		О	670—690	6	В						
	35	Н	850—890	2,5 *мин* на 1*мм* толщины	В	≥ 54	≥ 23	20	40	4,5	256—187
		О	600—680	2—3	В	—	—	—	—	—	—
	20ХМФБР (ЭП44)	Н	1030—1050	1	В	—	—	—	—	—	—
			600	3	В	≥ 83	68—80	14	50	6	241—277
	35Х, 40Х	З	840—870	1	М	—	—	—	—	—	—
		О	520—540	2	М	≥ 75	60—75	14	45	6	235—277
	20ХШ1Ф1ТР (ЭП182)	З	970—1000	1	М	—	—	—	—	—	—
		О	680—700	5	В	—	—	—	—	—	—
	25Х1МФА (ЭИ10)	З	930—950	2,5 *мин* на 1*мм* толщины	М	—	—	—	—	—	—
		О	650—670	2—3	В	≥ 83	68—80	16	50	6	241—277
Гайки	25Х2М1Ф (ЭИ723)	О	690—710	—	—	—	—	—	—	—	196—229
	45Х14Н14В2М (ЭИ69)	З	1150—1180	2,5 *мин* на 1 *мм* толщины	А	—	—	—	—	—	—
		О	800—820	5	В	≥ 72	≥ 32	20	35	5	170—210

Продолжение табл.17

Шпиндели	38ХМЮА	З	930—940	40 *мин*	М	—	—	—	—	—	—
		О	600—640	3	В	≥ 85	≥ 65	15	50	8	248—285
		О	700—720	3	В	≥ 70	≥ 50	16	55	9	179—229
	45Х14Н14В2М (ЭИ69)	З	1150—1180	2,5 *мин* на 1 *мм* толщины	А	—	—	—	—	—	—
		О	800—820	5	В	≥ 72	≥ 32	20	35	5	170—210
	35	З	840—860	2,5 *мин* на 1 *мм* толщины	А, М	—	—	—	—	—	—
		О	640—660	2—3	В	≥ 55	≥ 32	20	45	8	197—229
Втулки	35	З	840—860	2,5 *мин* на 1 *мм* толщины	А, М	—	—	—	—	—	—
		О	640—680	2—3	В	≥ 55	≥ 32	20	45	8	197—229
Рубашки ГПК	30Х13	Ж	850—870	2	Печь до 300 ℃	—	—	—	—	—	—
		З	1000—1040	1	М	—	—	—	—	—	—
		О	590—610	2	В	≥ 85	≥ 70	12	40	4	269—302
		О	250—300	2	В	—	—	—	—	—	43—48 *HRC*
Пружина	50ХФА	З	840—860	20—30 *мин*	М	—	—	—	—	—	—
		О	380—410	1,3	А	—	—	—	—	—	42—49 *HRC*

Примечания. 1. Приняты следующие условные обозначения для видов термической обработки: отжиг **Ж**, нормализация **Н**, отпуск **О**, закалка **З**, охлаждающая среда: воздух **В**, масло **М**, вода **А**.

2. Химические элементы в марках стали обозначаются следующими буквами: **А** — азот, **Б** — ниобий, **В** — вольфрам, **Г** — марганец, **Д** — медь, **Е** — селен, **М** — молибден, **Н** — никель, **Р** — бор, **С** — кремний, **Т** — титан, **Ф** — ванадий, **Ю —** алюминий, **К** — кобальт, **Х** — хром, **Ц** — цирконий.

3. Наименование марок сталей состоит из обозначения элементов и следующих за ними цифр. Цифры, стоящие после буквы указывают среднее содержание легирующего элемента в целых процентах, кроме элементов, присутствующих в стали в малых количествах. Цифры перед буквенным обозначением указывают среднее или максимальное (при отсутствии нижнего предела) содержание углерода в стали в сотых долях процента. Букву **А** (азот) ставить в конце обозначении марки не допускается.

§ 32. Притирка и доводка уплотнительных поверхностей

Притирочные материалы. При ремонте трубопроводной арматуры большое внимание уделяется вопросу притирки и доводки уплотнительных поверхностей.

Чистота поверхности существенно влияет на важнейшие эксплуатационные свойства деталей: износостойкость, предел усталости, сопротивление коррозии, прочность. Высокая степень чистоты обработки поверхности деталей арматуры достигается *притиркой*, являющейся особо точным способом чистовой обработки поверхностей. Слой металла, снимаемый притиркой, составляет 0,002—0,03 *мм*. Притиркой достигается высокая точность размеров и геометрической формы детали (до 0,001—0,002 *мм*) чистота поверхности— вплоть до R_a = 0,032÷0,025 *мкм*.

На чистоту притираемой поверхности существенно влияют свойства притирочных материалов и их зернистость, сипа давления на деталь и материал притира. Для достижения высокой производительности при притирке важное значение имеет правильный выбор абразивного материала. Самыми распространенными являются корунд, электрокорунд (нормальный и белый), карбиды кремния и бора. По размерам зерна шлифпорошки и микропорошки делят на три группы: шлифпорошки зернистостью от 5 до 3 — для грубой доводки, обеспечивающие получение параметра шероховатости от R_a = 0,32 *мкм* до R_a = 0,08 *мкм* чистоты; микропорошки от М28 до М14 — для предварительной доводки, которыми достигается R_a = 0,020 *мкм* и микропорошки от М10 до М5 — для окончательной доводки, позволяющие получить от R_z = 0,100 *мкм* до R_z = 0,025.

Кроме абразивных материалов применяются различные пасты, которые можно разбить также на три группы: абразивные пасты на основе электрокорунда, карбида кремния и карбида бора, алмазные пасты на основе синтетических алмазов: химико-механические пасты на основе оксида хрома.

Ассортимент паст, применяемых промышленностью для доводки, очень велик. Так как большинство паст не стандартизировано, многие предприятия изготовляют пасты сами.

В случае отсутствия микропорошков для доводки разрешается их замена пастами ГОИ.

Для предварительной и чистовой притирки рекомендуются пасты следующего состава:

1) электрокорунд белый М10—М14 в смеси с олеиновой кислотой, густота пасты должна соответствовать густоте технического вазелина при 20 °С;
2) электрокорунд белый № 5 в смеси с олеиновой кислотой той же густоты, что и паста на основе электрокорунда белого М10—М14.

На некоторых арматурных заводах предварительную притирку производят абразивной массой, представляющей собой кашицеобразную смесь абразивного зерна с машинным маслом или олеиновой кислотой. Окончательную притирку производят смесью порошка электрокорундового абразива зернистостью М3 (320) с машинным маслом и олеиновой кислотой.

В цепях повышения производительности, особенно когда притирка производится без вырезки арматуры из трубопровода, целесообразно применять алмазные пасты на основе синтетических алмазов или эльбора.

Синтетические алмазы выпускают в виде паст и порошков. В зависимости от размера зерен, метода их получения и контроля порошки делятся на две группы: 1) шлифпорошки размером зерен 630—40 *мкм*; 2) микропорошки размером зерен 60—1 *мкм*.

Шлифпорошки выпускаются пяти марок: **АСО**, **АСР**, **АСВ**, **АСК** и **АСС**; микропорошки— двух марок: **АСМ** и **АСН**.

Режущая способность, производительность и срок службы порошков определяются концентрацией алмаза, т.е. его содержанием в алмазноносном слое инструмента. За 100%-ную концентрацию условно принято содержание 4,4 карата-алмаза в 1 $см^3$ алмазного слоя, что занимает около 25% его объема. Поставляются порошки расфасованными по 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2500 и 5000 каратов.

Пасты из синтетических алмазов применяются для окончательной операции-доводки (параметр шероховатости от R_a = 0,160 *мкм* до R_a = 0,020 *мкм* и от R_z = 0,100 *мкм* до R_z =

0,025 *мкм*). Наилучшие результаты получаются при обработке наиболее твердых и хрупких материалов — азотированной стали, твердых сплавов и стекла.

Используя алмазные пасты вместо абразивных из электрокорунда, карбида кремния и оксида хрома (при той же зернистости), можно увеличить производительность в 2—3 раза и более, а также улучшить чистоту обработанной поверхности. Выпускают следующие алмазные пасты: нормальные (**Н**) — с концентрацией алмазного порошка 2%: повышенные (**П**) — с концентрацией алмазного порошка 5%; высокие (**В**) — с концентрацией алмазного порошка 10%. Пасты поставляются расфасованными в тубах или шприцах по 5, 10, 20, 40 и 80 *г*. Характеристика паст приведена в табл. 18.

Таблица 18. **Характеристика паст из синтетических алмазов**

Зернистость паст	**Размер зерен основной фракции, *мкм***	**Концентрация алмазного порошка, % массы**		**Цвет пасты и этикетки**
		Н	**П**	
60/40	60—40	10	20	Красный
40/28	40—28	7	14	
28/20	28—20	7	14	
20/14	20—14	5	10	Зеленый
14/10	14—10	5	10	
10/7	10—7	3	6	
7/5	7—5	3	6	Голубой
5/3	5—3	2	4	
3/2	3—2	2	4	
2/1	2—1	1	2	Желтый
1/0	1 и мельче	1	2	

Для обеспечения требуемой чистоты поверхности выбирают оптимальную зернистость алмазной пасты в зависимости от твердости обрабатываемого материала.

В табл. 19. приведены ориентировочные значения шероховатости поверхности, обеспечиваемой алмазной пастой различной зернистости. При этом для обработки твердых материалов рекомендуется верхнее значение зернистости, а для мягких — нижнее.

В нашей стране разработан сверхтвердых материал эльбор, используемый для эффективной обработки уплотнительных поверхностей арматуры.

Используя эльборовые пасты вместо обычных, изготовленных из электрокорунда и карбида углерода, при той же зернистости можно повысить производительность обработки уплотнительных поверхностей арматуры в 2—3 раза. Стойкость эльборовых паст при одинаковых технологических условиях обработки уплотнительных поверхностей в 1,5 — 2 раза выше, чем паст из синтетических алмазов, и в 3—5 раза выше, чем обычных абразивных паст. Притирку и доводку пастами и порошками из эльбора следует применять там, где требуется высокая чистота уплотнительной поверхности (R_a = 0,16÷0,02 *мкм*).

Таблица 19. **Выбор пасты**

Зернистость алмазного порошка(пасты)	**Класс чистоты**	**Шероховатость поверхности**	
		среднее арифметическое отклонение профиля *мкм*, R_a, не более	**высота неровностей, *мкм*, R_z, не более**
60/40—40/28	8—9	0,63—0,20	3,2—1,0
40/28—28/14	9—10	0,32—0,10	1,0—0,5
28/14—14/10	10—11	0,16—0,05	0,5—0,25
14/40—10/7	11—12	0,08—0,025	0,25—0,125
10/7—5/3	12—13	0,04—0,012	0,125—0,063
5/3—1/0	13—14	0,02—0,006	0,063—0,032

Примечания. Для классов чистоты 9—12 основной является шкала R_a, для классов 13 и 14 — шкала R_z.

Пастами обрабатывают детали из чугуна, труднообрабатываемых сталей, цветных металлов и жаропрочных, нержавеющих, ванадиевых, титановых, кобальтовых сплавов и других металлов. Процесс абразивного резания сочетается с химическим воздействием состава паст на притираемую поверхность. Микрорезание ведется свободными зернами-карбидами, вошедшими в состав пасты.

В процессе трения при радиальном давлении поверхности притира на обрабатываемую поверхность детали зерна вдавливаются в более мягкую поверхность притира и снимают с обрабатываемой поверхности тончайшую стружку. Химическое воздействие паст объясняется наличием в пасте олеиновой кислоты и других элементов, образующих на обрабатываемой поверхности вместо прочной оксидной пленки более мягкую пленку, которая легко снимается с поверхности уплотняющих гребешков, чем обеспечивается высокая чистота и производительность притирки.

Пасты из эльбора различают по концентрации (количеству эльбора): **В** — высокая, **С** — средняя, **Н —** низкая, **П** — повышенная, и консистенции: **Т**— твердая, **Г** — густая, **М** — мазеобразная, **Ж** — жидкая.

Концентрация паст зависит от твердости обрабатываемого материала. Она должна быть тем выше, чем крупнее эльборовый порошок и тверже обрабатываемый материал.

Для того чтобы каждое зерно совершало определенную работу и имело равномерный слой смазки, необходимо с уменьшением зернистости порошка, а следовательно, и с увеличением суммарной поверхности зерен уменьшать количество эльборового порошка и увеличивать количество других компонентов (жиров, стеарина), и наоборот.

Притирка и доводка уплотнительных поверхностей деталей из различных материалов (закаленных, легированных сталей, твердых сплавов и др.) производится специально приготовленными пастами следующего состава (в %):

Паста 1	**Паста 2**
Олеиновая кислота — 27	Стеарин — 60
Растительный жир — 18	Технический вазелин — 34
Стеарин — 33	Костное масло — 1 ,5
Костное масло — 14	Керосин — 0,5
Посошок из эльбора — 8	Порошок из эльбора — 4

Можно применять смесь, состоящую из одного карата эльборового порошка и 12—15

капель оливкового масла.

Пасты из эльбора выпускают массой 10, 25, 50, и 100 *г* различной зернистости (ЛМ40, ЛМ48, ЛМ20, ЛМ14, ЛМ10, ЛМ7, ЛМ5, ЛМ3, ЛМ1).

Кроме паст и порошков из эльбора для обработки деталей арматуры (шпиндели, шиберы, тарелки) применяют шлифовальные круги из эльбора.

Выбор зернистости шлифовального круга обусловлен требованиями к чистоте обработанной поверхности.

Необходимо стремиться применять круги с более крупным размером эльборового зерна, обеспечивающим интенсивность процесса обработки, а также снижение удельного расхода эльбора.

При изготовлении шлифовальных кругов из эльбора применяют шлифзерно и шлифпорошок из эльбора следующей зернистости: шлифзерна Л50, Л40, Л32, Л25, Л20, Л16; шлифпорошок Л12, Л10, Л8, Л6, Л5, Л4.

Инструмент из эльбора по сравнению с обычными абразивными алмазными инструментами обладает повышенной режущей способностью (в 5—10 раз) и постоянством ее в процессе длительной эксплуатации: отсутствием засаливания, что исключает необходимость частой правки инструмента: высокой стойкостью рабочего контактного профиля. обеспечивающей получение обрабатываемой плоскости с высокой точностью: меньшим выделением теплоты в зоне обработки.

Для обозначения эльбора (в отличие от натуральных алмазов) введена буква **Л**. Цифры, следующие за буквами, указывают минимальный размер зерен основных фракций в сотых долях миллиметра.

Притиры. В технологии доводки кроме притирочных материалов значительную роль играют притиры. Форма притира является зеркальным отражением обрабатываемой поверхности и определяет точность поверхности обрабатываемой детали. В связи с тем что форма притира непрерывно изменяется в процессе доводки, он должен быть достаточно жестким и незначительно изнашиваться под воздействием паст.

Рекомендуется применять притиры из чугуна марок СЧ18-36, СЧ18-30, СЧ21-40 или серого перлитового чугуна без твердых включений и пористости следующего химического состава (%): **С** 2,8—3,1 (в том числе связанного 0,6—0,8); **Mn** 0,5—0,7; **Si** 1,8—2,1; **S** 0,1—0,12; **Р** 0,3—0,1.

Структура чугуна должна иметь перлитную основу (90— 95% перлита) с равномерно распределенными выделениями графита в виде отдельных гнезд и тонких пластинок.

Для того чтобы притир сохранил точность формы поверхности на длительное время, необходимо отливки, из которых изготовляют притир, подвергнуть отжигу (искусственному старению) по следующему режиму: притиры после черновой механической обработки загружают в печь, нагретую до температуры не выше 100 °С; скорость нагрева не более $60\,^{°C}/_{ч}$; температура отжига (450±20)°С; время выдержки выбирается из расчета 25 $^{мм}/_{ч}$ при наибольшей толщине; скорость охлаждения не более $40\,^{°C}/_{ч}$; выгрузка деталей при температуре не выше 80 °С.

Чугунные притиры после отжига подвергают двум видам обработки— чистовому точению и взаимной притирке.

Режимы притирки и доводки. Производительность процесса доводки и достигаемые при этом точность и шероховатость поверхности зависят не только от природы абразивного инструмента, но и от ряда других условий: скорости перемещения притира, его точности, удельного давления между притиром и деталью, размера зерна, способа подачи доводочного материала, припуска на доводку и др.

Скорость перемещения притира. С увеличением скорости перемещения притира до 4 $^{м}/_{с}$ производительность процесса возрастает прямо пропорционально скорости. При доводке шаржированными притирами дальнейшее увеличение скорости приводит к чрезмерному нагреву деталей. При доводке абразивной суспензией увеличение скорости снижает произво-

дительность вследствие большой центробежной силы, которая стремится отбросить абразивную суспензию от центра притира.

При механической доводке плоских и цилиндрических наружных поверхностей оптимальные скорости вращения притира составляют для предварительной доводки 15—20 $^{м}/_{с}$ и для окончательной — 4 $^{м}/_{с}$. Скорость возвратно-поступательного движения деталей составляет 0,2—0,4 скорости вращения притира.

Удельное давление. Производительность процесса тем больше, чем выше давление между притирами и деталью. Эта зависимость сохраняется до 0,3 *МПа*. Чрезмерно большие давления приводят к быстрому раскалыванию или истиранию абразивного зерна и к снижению производительности, вызывая нагревание трущихся поверхностей, что приводит к деформации деталей и к снижению точности. Чрезмерное увеличение давления может также вызвать задиры на поверхности притира.

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

Распределение усилий при доводке. Для предотвращения завалов и перекосов на доведенной поверхности необходимо правильно распределить усилия, прилагаемые к детали, а также определить центр тяжести детали, перемещаемой по притиру. Для этого должны быть выполнены следующие условия: вертикальное усилие, т.е. давление на притир, прилагается перпендикулярно к его рабочей поверхности, а точка его приложения должна находиться не в центре, а несколько ближе к краю обрабатываемой поверхности.

При выборе режимов обработки при операциях доводки следует руководствоваться следующими результатами экспериментальных данных: наилучшие результаты по съему металла и чистоте обработанной поверхности обеспечивает паста из эльбора, приготовленная по рецептам № 1 и 2; при применении пасты из эльбора зернистостью ЛМ5 чистота обработанной поверхности стальных закаленных деталей повышается до 12-го класса.

Производительность обработки при проведении доводочных и полировочных операций прямо пропорциональна величине зерна микропорошка и увеличивается с ее ростом, чистота обработанной поверхности снижается при применении паст с более крупным зерном. Зернистость пасты следует выбирать, исходя из требуемой чистоты обработанной поверхности, постепенно переходя от пасты с более крупным зерном к более мелкозернистой пасте (табл. 20)

Таблица 20. **Выбор зернистости пасты**

Зернистость	**Операция доводки**	**Консистенция**	**Снимаемый припуск, *мм***	**Рекомендуемый материал притира**	**Шероховатость, *мкм***
ЛМ40 ЛМ28 ЛМ20	Предварительная	Густая мазеобразная	0,05—0,02	Чугун, сталь	от R_a = 0,63 до R_a = 0,16
ЛМ14 ЛМ10 ЛМ7	Чистовая	Мазеобразная	0,02—0,01 0,02—0,01	Чугун, цветные металлы	от R_a = 0,16 до R_a = 0,04
ЛМ5 ЛМ3 ЛМ1	Окончательная	Жидкая мазеобразная	0,01-0,005	Чугун, цветные металлы	от R_a = 0,02 до R_z = 0,05

Пасту наносят на притир или обрабатываемую деталь тонким слоем. При переходе от обработки поверхности крупнозернистой пастой не обработку мелкозернистой или от абразивной доводки на доводку пастами из эльбора необходимо тщательно очистить и промыть обрабатываемые детали и притиры керосином и бензином или водой в зависимости от состава применяемой пасты. Наиболее эффективно применение паст из эльбора при механизации про-

цессов доводки и притирки.

§ 33. Сборка и гидравлические испытания арматуры и электроприводов

Сборка всех видов арматуры, как завершающая операция, должна одновременно являться и контрольной операцией, проверяющей правильность ремонта.

Если производство построено по принципу узловой сборки арматуры, то при составлении технологического процесса сборки каждого узла следует исходить из последующей сборки узлов в единое изделие и необходимости обеспечения заданных сопряжений деталей, входящих в узлы.

Технологический процесс сборки должен учитывать специфичность энергетической арматуры, заключающуюся в том, что большинство деталей изделий изготовляется из стали специальных марок и значительное количество поверхностей обрабатывается с высоким классом чистоты.

Перед сборкой все составные части должны быть тщательно очищены от грязи и заусенцев и не иметь следов повреждений обработанных поверхностей. Особое внимание должно быть обращено на качество уплотнительных поверхностей запорных органов, где не допускаются никакие видимые невооруженным глазом дефекты. Независимо от технического состояния должны быть заменены сальниковая набивка, прокладки и шплинты.

Сборка крышки со шпинделем. При сборке крышки со шпинделем или штоком особое внимание должно быть уделено сборке сальникового уплотнения, упорных и радиальных шарикоподшипников. При сборке сальникового уплотнения необходимо обеспечить не только хорошее уплотнение и легкий ход шпинделя, но и его центровку относительно крышки и эластичной направляющей опоры. Для этого шпиндель должен быть подтянут шпиндельной втулкой вверх до упора его конусной поверхности в конусную поверхность втулки крышки. Исключение составляют запорные вентили и регулирующие клапаны небольших проходных сечений, у которых сальниковое уплотнение штока находится в корпусе.

При сборке сальникового уплотнения необходимо проверить зазоры между поверхностью гладкой части шпинделя и поверхностями сальникового кольца и грундбуксы. Сальниковую набивку следует опрессовывать постепенно по всей высоте сальниковой камеры, начиная с нижних колец. Это обеспечит хорошее и надежное уплотнение шпинделя при легком его ходе. Заполнение сальниковой камеры считается законченным, если грундбукса входит в сальниковую камеру на глубину 3—5 *мм*, при этом резьба шарнирных болтов должна выходить из гаек на одну-две нитки.

Перед сборкой шпиндельной втулки со шпинделем и шарикоподшипниками необходимо тщательно (механизированным способом) натереть графитом рабочие поверхности трапецеидальной резьбы шпинделя и вкладыш втулки. Упорные шарикоподшипники должны плотно прилегать как к поверхностям упорного пояска шпиндельной втулки, так и к опорной поверхности головки бугеля (или крышки). Упорная гайка должна быть подтянута так. чтобы тарельчатая пружина через радиальный шарикоподшипник была плотно прижата к верхнему упорному шарикоподшипнику (без упругой деформации пружины). При этом следует проверить, имеется ли круговой зазор между шпиндельной втулкой и тарельчатой пружиной и между пружиной и расточкой в головке бугеля.

При правильном изготовлении всех деталей узла и правильной сборке упорная гайка после затяжки должна стать так, чтобы ее верхний торец примерно совпал с верхним торцом головки бугеля или крышки.

Сборка самоуплотняющегося соединения. При сборке узлов самоуплотняющихся соединений корпусов с крышками должна быть предусмотрена предварительная проверка следующих сопряжений:

крышки с корпусом; при этом крышку опускают в корпус до крайнего нижнего положения, измеряют радиальный зазор между этими деталями и глубину опускания крышки;

сальникового кольца с корпусом и крышкой; при этом должны быть проверены радиальные зазоры между кольцом и крышкой и между кольцом и корпусом;

сегментов разрезного кольца с корпусом; в паз корпуса устанавливают сегменты и опорный диск, при этом должно быть установлено, что все сегменты имеют одинаковую высоту и свободно входят в паз корпуса до упора в цилиндрическую поверхность и что зазор между сегментами и пазом находится в пределах допусков чертежа, а опорный диск свободно (с заданным зазором) входит центрирующим выступом во внутреннюю расточку разъемного кольца.

Объем сальниковой набивки должен быть таким, чтобы при гидроиспытании после снятия давления расстояние от поверхности верхнего торца крышки до поверхности верхнего торца опорного диска строго соответствовало заданному чертежом размеру.

Сборка резьбовых соединений. При сборке резьбовых соединений необходимо соблюдать следующие условия:

перед сборкой поверхности резьбы нужно тщательно очистить от грязи и стружки и продуть сжатым воздухом;

перед сборкой все резьбовые соединения, кроме резьб, соприкасающихся со средой, смазать дисульфидмолибденовой смазкой ВНИИНП-232 или ЛИМОЛ;

детали с резьбой должны свинчиваться свободно, тугое свинчивание их не допускается;

при установке резьбовых шпилек, ввинчиваемых одним концом в отверстия, следить за тем, чтобы все шпильки были затянуты на сгибе резьбы и их оси были перпендикулярны (в пределах заданных допусков) поверхностям сверления отверстий;

при установке во фланцевые соединения шпильки должны выступать над поверхностью фланца на заданную высоту.

При сборке фланцевых соединений, уплотняемых металлическими рифлеными прокладками, необходимо соблюдать следующие условия:

уплотнительные поверхности фланцев и рифленую прокладку перед сборкой следует тщательно протереть и проверить, нет ли повреждений на них и на центрирующих заточках фланцев, могущих нарушить правильность центровки фланцев;

проверить глубину центрирующей заточки, высоту центрирующего выступа и толщину рифленой прокладки, с тем чтобы можно было правильно вести посадку и затяжку фланцевого соединения;

фланцевое соединение затягивать равномерно последовательной затяжкой противоположно лежащих гаек, при этом первые две пары противоположно лежащих гаек следует доводить только до упора в поверхность фланца, с тем чтобы не перекосить свинчиваемые детали; после первоначальной легкой подтяжки гаек для обеспечения правильного равномерного обжатия рифленой прокладки необходимо проводить постепенную затяжку противоположно лежащих гаек.

Равномерность затяжек крепежных деталей фланцевого соединения необходимо контролировать измерением зазора между соединяемыми фланцами с помощью щупов в шести—восьми точках, равномерно расположенных по окружности.

При сборке самоустанавливающегося клинового затвора запорных задвижек необходимо:

тщательно протереть все детали затвора и проверить, нет ли повреждений;

проверить сопряжение тарелок с обоймой верхнего тарелкодержателя, грибка с тарелками и правильность приварки нижнего тарелкодержателя к обойме;

произвести пробную примерку собранной подвижной части затвора по седлам для определения необходимой величины высоты грибка или толщины регулирующих

прокладок под грибок и осуществления заданного сборочным чертежом положения тарелок относительно седел (по глубине их посадки); одновременно проверить правильность положения тарелок относительно седел в направлении, перпендикулярном оси патрубков, а также сопряжение обоймы с корпусом и симметричность ее по отношению к седлам;

после произведенной пробной примерки затвора и установки грибка необходимой высоты (с прокладками или без таковых) окончательно затянуть гайку и застопорить ее специальной предохранительной шайбой; после окончательной сборки затвора проверить, могут ли тарелки свободно принимать нужное угловое положение, определяемое уплотнительными поверхностями седел.

Сборка предохранительных клапанов. Особенности конструкции предохранительных клапанов импульсного типа заключаются в том, что ходовая часть клапанов состоит из двух сравнительно длинных штоков, на которые насажены поршни и тарелка клапана; штоки в общей сложности имеют четыре мягких направляющих сальниковых уплотнения и два жестких сопряжения с очень малыми зазорами. При этом все эти сопряжения расположены в четырех разных деталях корпуса и крышки, обрабатываемых раздельно и центрирующихся двумя центрирующими заточками и одним резьбовым соединением крышки демпферной камеры. Поэтому, несмотря на шарнирное соединение между нижним штоком и поршнем привода, необходимо очень тщательно центрировать детали корпуса и крышки при сборке клапана и сборке сальниковых уплотнений поршней и верхнего штока. Кроме того, обязательно следует проверять перед началом сборки сопряжения основных деталей ходовой части с их направляющими расточками в неподвижных деталях. Необходимо проверить фактические радиальные зазоры между:

тарелкой и направляющими ребрами в патрубке;

приводным поршнем и его грундбуксой и расточкой рубашки поршневой камеры;

верхним штоком и лабиринтовой втулкой;

поршнем демпфера и его грундбуксой и расточкой рубашки демпферной камеры.

При сборке клапанов особое внимание должно быть уделено сборке сальниковых уплотнений поршней и штока, с тем чтобы сделать эти уплотнения чрезмерно тугими, так как для перемещения ходовой части клапанов при туго затянутых уплотнениях необходимо затрачивать большие усилия.

Сборка приводов с арматурой. Особенность конструкций приводов, применяемых в отечественной энергетической арматуре высоких параметров, заключается в том, что они являются ее неотъемлемой частью и автономно не могут быть использованы, так как и электропривод и ручной привод вращательного движения не имеют своего выходного вала. Червячное колесо электропривода и зубчатое колесо ручного привода насаживают непосредственно на шпиндельную втулку арматуры. Одновременно корпуса этих приводов надевают на заточку головки бугеля (или крышки) арматуры.

При установке электропривода арматуры должно быть уделено особое внимание:

одновременной свободной посадке корпуса и шестерен привода;

правильности сопряжений в шпоночных соединениях червячного класса со шпиндельной втулкой;

правильности положения стопорных винтов относительно отверстий в головке бугеля.

У ручных приводов с цилиндрическими или коническими зубчатыми колесами, кроме того, нужно проверить правильность зубчатого зацепления.

После установки электропривода на арматуру следует проверить передачу движения от привода при ручном управлении к ходовой части арматуры. При этом предварительно надо

установить на свои места концевые выключатели, а в регулирующей арматуре — указатель положения на потенциометре.

§ 34. Испытание и наладка арматуры

Вся арматура после ремонта подвергается гидравлическому испытанию на прочность и плотность. В объем гидравлического испытания арматуры входят обязательные испытания, предусмотренные государственными стандартами, и дополнительные испытания, вызванные специфическими особенностями отдельных конструкций.

К обязательным испытаниям относятся испытания каждой единицы арматуры на плотность и прочность всех деталей, находящихся непосредственно под воздействием рабочей среды, а также на плотность разъемных соединений арматуры; испытание на плотность затвора каждой единицы запорной и предохранительной арматуры.

К дополнительным испытаниям относятся выборочные испытания паровой арматуры паром при рабочих параметрах; арматуры — воздухом; предохранительных клапанов на срабатывание при заданном давлении среды; регулирующей и дросселирующей арматуры по определению величины пропуска среды в закрытом состоянии и другие специальные испытания.

Нормы гидравлического испытания арматуры приведены в табл. 21.

Таблица 21. **Нормы гидравлического испытания арматуры высоких параметров**

Параметры рабочей среды, $^{МПа}/_{°C}$	**Давление при испытании, *МПа***		**Параметры рабочей**	**Давление при испытании, *МПа***	
	на прочность	**на плотность**	**среды,** $^{МПа}/_{°C}$	**на прочность**	**на плотность**
Вода			**Пар**		
P_y 6,4	9,6	4,5	4/570	15	5
P_y 10	15	10	10/320	15	10
P_y 20	30	20	10/540	30	20
Ру 25	35	20	14/570	56	17,5
18/160	30	25	16/500	40	29
23/160	35	25	20/570	65	20
38/180	59	45	29/510	57	35
38/280	60	45	25,6/565	80	32
			P_y 6,4	9.6	6,4
			P_y 10	15	10

Целью испытания на прочность является проверка прочности и плотности металла корпуса и крышек после заварки трещин и дефектных мест.

Испытание на прочность производится пробным давлением с выдержкой под ним арматуры до D_y 50 *мм* 1—3 *мин*, арматуры с D_y 50 *мм* и выше — 3—5 *мин*. После указанной выдержки гидравлическое давление плавно снижают до рабочего и производят осмотр металла корпуса и крышки. Арматура считается выдержавшей испытания на прочность и плотность металла, если не будет обнаружено пропуска воды и отпотевания поверхностей деталей.

При ремонте уплотнительных поверхностей затвора, узла с сальниковой набивкой, а также после разборки и сборки проводится пробное гидравлическое испытание водой на плотность давлением, равным **1,25** рабочего давления.

Испытание на плотность соединения между корпусом и крышкой, а также сальниковой набивки проводится при несколько поднятом затворе и заглушенных патрубках. Продолжительность гидравлического испытания на плотность запорных органов 5 *мин*.

Запорная арматура, оснащенная электроприводом, подвергается после сборки с приводом испытанию на плотность затвора при закрытии затвора арматуры электроприводом. Электропривод перед испытанием заливают маслом авто-10 до уровня контрольной пробки.

Для испытания на плотность производят два полных закрытия и открытия затвора арматуры для проверки плавности хода подвижных частей арматуры. После проведения всех испытаний арматуры масло из электропривода должно быть слито. Во время испытания проверяют легкость движения (без заедания) подвижных частей как внутри арматуры, так и в приводе.

Испытание электроприводов. Электропривод после ремонта должен подвергаться: обкатке вхолостую и под нагрузкой и испытанию на максимальный крутящий момент.

При удовлетворительных результатах внешнего осмотра, проверки правильности сборки, плавности хода при ручном управлении производится обкатывание электропривода вхолостую в течение 5 *мин*, а затем под нагрузкой на приводном валу 50% максимальной по 15 *мин* в каждую сторону с целью выявления ненормальности в работе электропривода. Перед обкаткой в электропривод заливают индустриальное масло.

После обкатки под нагрузкой проводят испытание электропривода на максимальный крутящий момент по 5 раз в каждую сторону. В качестве выключателя используется реле тока (табл. 22).

Таблица 22. **Характеристика токового реле**

Индекс электропривода	**Обкатка под 50%-ной нагрузкой**		**Испытание на максимальный крутящий момент**		**Тип реле тока**	**Напряжение, *В***
	$M_{кр}$*, *кгс·м	**установка реле тока, *А***	***$M_{кр}$*, *кгс·м***	**установка реле тока, *А***		
537-Э-0	8	2	15	3,6	ЭТ-523/6	380
362-Э-0	25	2	50	6,8	ЭТ-523/10	380
363-Э-0	50	4,4	100	12,6	ЭТ-523-20	380
364- Э-0	65	6	130	19	ЭТ-523/20	380
365-Э-0	90	10,2	180	34,2	ЭТ-523-50	380

Наладка электроприводов. При установке электропривода на арматуру необходимо:

установить коробку путевых выключателей; кулачки должны быть полностью освобождены до свободного проворачивания на своей оси;

проследить за правильностью попадания зуба приводного валика коробки в паз валика привода (в случае надобности допускается подкладывать между фланцем коробки и приводом прокладку из промасленного картона); перекосы фланца коробки не допускаются;

застопорить гайки, крепящие коробку против самоотвинчивания пружинными шайбами.

При установке арматуры с электроприводом на трубопроводе необходимо обеспечить надежное заземление электродвигателя.

Коробку путевых выключателей необходимо отрегулировать в следующем порядке:

открыв крышку коробки выключателей, поставить рукоятку блокировки в положение "*Ручное*";

вращать маховик против часовой стрелки до полного открытия арматуры (до тех пор, пока запорный орган не коснется крышки арматуры);

вращать маховик в обратную сторону до тех пор, пока шпиндель арматуры не сделает три оборота;

подвести рабочий кулачок открытия путевых выключателей к пружине, нажать на нее кулачком до момента срабатывания контактов микропереключателей (легкий щелчок) и в таком положении закрепить кулачок винтом;

проделать то же самое с кулачком, воздействующим на сигнальный выключатель открытия;

отвернуть круглую гайку указателя, снять стекло и, отжав винт поворотного диска со стрелкой, совместить стрелку с отметкой "*Открыто*" на верхней шкале и затянуть винт диска;

вращать маховик по часовой стрелке до полного закрытия арматуры;

вращать маховик против часовой стрелки, с тем чтобы шпиндель сделал не более 1/2 оборота (образующийся зазор будет выбираться за счет инерции ротора электродвигателя после его отключения от сети);

отжав винт шкалы коробки путевых выключателей, установить нижнюю шкалу указателя и закрепить ее винтом; одеть стекло и круглую гайку.

Регулирование импульсно-предохранительных устройств. В соответствии с Инструкцией по проверке импульсно-предохранительных устройств котлов с давлением пара выше 3.9 МПа импульсные клапаны регулируются на давление срабатывания (табл. 23) .

Таблица 23. **Нормы испытания ИПУ**

Номинальное рабочее давление, *МПа*	**Давление начала открытия предохранительных клапанов, *МПа***	
	контрольного	**рабочего**
От 1,3 до 6 включительно	1,03 $P_{раб}$	1,05 $P_{раб}$
Свыше 6 до 14 включительно	1,05 $P_{раб}$	1,07 $P_{раб}$
Свыше 14 до 22,5 включительно	1,08 $P_{раб}$	1,08 $P_{раб}$
Свыше 22,5	1.1 $P_{раб}$	1,1 $P_{раб}$

Примечание. За рабочее давление $P_{раб}$ для клапанов, открывающихся при повышении давления в барабане котла, принимается давление в барабане котла; для клапанов, открывающихся при повышении давления за пароперегревателем, — давление за пароперегревателем.

Настройка электроконтактных манометров. Перед установкой электроконтактного манометра (ЭКМ) следует в лаборатории проверить точность его показаний по образцовому манометру класса точности не ниже 1,5 и по шкале ЭКМ отметить пределы срабатывания.

Контакты ЭКМ настраивают на давление, соответствующее давлению срабатывания ИПУ: контрольный клапан $\boldsymbol{P}^{к} = \boldsymbol{P}^{к}_{ср} + \boldsymbol{П}^{к}$, рабочий клапан $\boldsymbol{P}^{р} = \boldsymbol{P}^{р}_{ср} + \boldsymbol{П}^{р}$, где $\boldsymbol{P}^{к}_{ср}$ и $\boldsymbol{P}^{р}_{ср}$ — давления срабатывания контрольного и рабочего клапанов; $\boldsymbol{П}^{к}$ и $\boldsymbol{П}^{р}$ — поправки на разность высот отметки подсоединения импульсных пиний и отметки установки ЭКМ контрольного и рабочего клапанов.

После настройки следует опломбировать орган настройки контактов ЭКМ.

Порядок регулирования ИПУ на котле. Перед началом регулировки необходимо:

проверить в журнале эксплуатации и ремонта импульсно-предохранительных устройств наличие записи об окончании ремонта клапанов;

произвести наружный осмотр элементов ИПУ;

убедиться в наличии воды в демпферных камерах клапанов;

убедиться, что вентили D_y 10 *мм* на импульсных линиях ЭКМ полностью открыты, с них сняты маховики, а шпиндели опломбированы.

При регулировке следует:

отодвинуть грузы на рычагах импульсных клапанов в крайнее положение в сторону электромагнита;

повысить давление за котлом до величины, при которой срабатывают рабочие клапаны. Осторожно перемещая груз вдоль рычага, зафиксировать момент срабатывания главного предохранительного клапана. Принудительно закрыть импульсный клапан. Закрепить груз стопорным винтом и опломбировать. Установить на клапане дополнительный груз для регулировки остальных клапанов. Аналогично настроить остальные рабочие клапаны;

снизить давление за котлом до давления срабатывания контрольных клапанов; выполнить операции, указанные выше;

снизить по окончании регулирования давление в котле до номинального и снять дополнительные грузы;

подать напряжение в электрические цепи управления ИПУ;

установить ключи управления рабочими и контрольными клапанами в положение "*Автомат*";

повысить давление за котлом до величины, при которой срабатывают контрольные клапаны, и проверить их открытие. Проверить закрытие клапанов при снижении давления до номинального. После закрытия главных клапанов импульсные клапаны заклинить;

повысить давление за котлом до величины, при которой срабатывают рабочие клапаны, и проверить их открытие;

проверить закрытие клапанов при снижении давления до номинального, после чего освободить контрольные клапаны от заклинивания;

после проверки срабатывания ИПУ от электрической схемы установить все ключи управления в положение "*Автомат*";

после проверки работы (регулирования) ИПУ следует сделать соответствующую запись в журнале эксплуатации и ремонта импульсно-предохранительных устройств.

Консервация и приемка арматуры из ремонта. После гидравлического испытания отремонтированной арматуры на плотность (при ремонте арматуры с вырезкой из трубопровода) вода должна быть спущена и внутренние полости просушены путем обдувки сухим сжатым воздухом.

Все поверхности арматуры, не имеющие антикоррозионных покрытий и не соприкасающиеся с рабочей средой, должны быть окрашены одним слоем алюминиевой термостойкой эмали КО-83. Окончательная окраска должна соответствовать классу **III**, группы **Т°**. Отличительная окраска должна производиться в соответствии с ГОСТом.

Все неокрашенные наружные поверхности отремонтированной арматуры должны быть покрыты слоем пластичной антикоррозионной смазки ПВК. Консервируются также внутренние полости патрубков, видимые при закрытом положении деталей затвора.

Консервация должна производиться консистентными или жидкими смазками в зависимости от условия хранения и транспортирования. Перед нанесением смазки поверхности арматуры должны быть очищены от пыли, грязи, коррозии и других загрязнений. Консервация должна обеспечивать защиту от коррозии в период транспортирования и хранения. Арматура должна храниться в упакованном виде в помещении, защищенном от попадания атмосферных осадков.

По окончании ремонта трубопроводной арматуры и предварительной проверки качества ремонта ремонтный мастер предъявляет арматуру представителю отдела технического контроля (заказчика) для проверки качества выполненных слесарно-ремонтных работ. Из ремонта трубопроводная арматура принимается в соответствии с техническими условиями на ремонт.

При приемке изделия ОТК обязан проверить:

материалы по сертификатам или актам лаборатории;

комплектующие изделия по актам или паспортам заводов-изготовителей;

соответствие изделия требованиям рабочих чертежей;

наличие всех деталей и узлов в соответствия со спецификацией чертежа общего вида;

документацию, прилагаемую к изделию.

Контрольные вопросы

1. Какие правила следует соблюдать при демонтаже и разборке арматуры?
2. Назовите методы контроля составных частей при дефектации и после ремонта.
3. Какие дефекты корпусных деталей исправляют заваркой?
4. Как производят набивку сальниковой камеры?
5. Перечислите методы наплавки уплотнительных поверхностей арматуры.
6. Что такое азотирование?
7. Какие методы, кроме азотирования, применяют для упрочнения деталей арматуры?
8. Какие притирочные материалы применяют для притирки и доводки уплотнительных поверхностей?
9. Какие основные требования должны быть соблюдены при сборке арматуры?
10. На какие особенности следует обратить внимание при сборке главного предохранительного клапана импульсно-предохранительного устройства?
11. Расскажите технологию гидравлического испытания арматуры.
12. Какой смазкой производят консервацию арматуры?

ГЛАВА X. **ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

Основной задачей техники безопасности является обеспечение безопасных условий труда без снижения его производительности. Мероприятия по созданию безопасных условий труда проводятся в соответствии с Законом об охране труда Украины, Кодексом законов о труде (КЗоТ) и разработанных на их основе постановлений, инструкций, норм и правил.

При ремонте трубопроводной арматуры каждый вновь поступающий на производство рабочий до начала работы обязан ознакомиться с правилами техники безопасности и усвоить их. Работа слесаря по ремонту арматуры происходит часто непосредственно на трубопроводах высоких параметров, поэтому строгое соблюдение правил по технике безопасности имеет первостепенное значение.

Ниже приведены основные положения, которые надлежит выполнять слесарю при ремонте трубопроводной арматуры:

1. Ремонт трубопроводной арматуры в действующих цехах электростанций, связанный с нарушением нормальной эксплуатации оборудования или с опасностью для работающего персонала, производится по специальным нарядам.

Наряд — это письменное поручение на конкретную работу, определяющее ее содержание и необходимые меры безопасности. Он заполняется в двух экземплярах и подписывается начальником цеха (или лицом, утвержденным главным инженером электростанции), в ведении которого находится оборудование, подлежащие ремонту.

Наряд выдается производителю работ (бригадиру), несущему ответственность за техническое руководство работой и соблюдение работающими мер безопасности согласно существующим правилам и указаниям в наряде. В наряде указывают фамилии и разряды всех членов бригады, выполняющих работу. Руководство работами осуществляет ответственный руководитель (мастер, прораб). Ответственный руководитель может быть одновременно и производителем работ в том случае, если ему выдается не более одного наряда.

Фамилии и должности ответственных руководителей работ утверждает главный инженер электростанции или ремонтного предприятия.

Допуск к работе производит начальник смены или дежурный инженер после выполнения всех подготовительных работ и принятия мер безопасности, указанных в наряде. Наряд подписывается начальником смены, дежурным инженером, ответственным руководителем и ответственным производителем работ.

2. Ответственный руководитель работ (бригадир) обязан до начала работ лично в присутствии дежурного инженера цеха убедиться, что подлежащая ремонту арматура отключена от работающего оборудования и в нее не может попасть рабочая среда. Соответствующая запорная арматура (задвижки, вентили) вблизи ремонтируемой должна быть заперта на цепь замками, ключи от которых должны храниться у начальника смены и передаваться по дежурству с соответствующей записью в вахтенном журнале. Кроме замка должны быть вывешены плакаты с надписью “*Не включать — работают люди*”.

3. Рабочая площадка и арматура, подлежащая ремонту, должны быть хорошо освещены.

4. При разболчивании фланцев необходимо соблюдать осторожность, чтобы находящиеся внутри трубопроводов пар и вода не могли причинить ожоги рабочим. Дренажи на этом участке должны быть открыты.

Отворачивание гаек фланцевого соединения необходимо начинать со стороны, противоположной позиции лица, производящего работу.

Подтяжка гаек фланцевого соединения после ремонта допускается при давлении не выше 0,3—0,4 *МПа*.

5. После окончания ремонтных работ на трубопроводе мастер обязан лично в присутствии бригадира убедиться в том, что работы окончены, заглушки сняты, рабочие с ремонти-

руемого участка ушли, место работ убрано, и только после этого снять замки с вентилей и задвижек.

Кроме выполнения специальных правил по технике безопасности, связанных с работой энергооборудования, слесарь должен выполнять и общие правила, связанные с технологией ремонта трубопроводной арматуры. Знание технологического процесса и оборудования, правильная организация своего рабочего места создает безопасные и высокопроизводительные условия труда.

Ниже приведены общие правила по технике безопасности.

1. Слесарные молотки должны иметь слегка выпуклую (не косую и не сбитую) поверхность бойков. Ручки должны быть изготовлены из твердых пород дерева (дуб, клен, кизил и др.) и обязательно расклинены для того, чтобы во время работы с них не соскакивали молотки.
2. Чтобы избежать ударов по руке, длина зубила должна быть не менее 150 *мм*, режущая кромка должна представлять собой прямую или слегка выпуклую линию.
3. Применяемый при опиловке напильник не должен иметь затупленных и нагрязненных рабочих поверхностей. Не разрешается пользоваться напильником без ручек или с неисправными ручками.
4. Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек. Не допускается пользование прокладками, закладываемыми между гранями гайки и губками ключа.
5. При сверлении отверстий с помощью электродрели следует заземлить ее корпус и надеть резиновые перчатки.
6. При зачистке деталей на точильном станке необходимо проверить, нет ли на абразивном круге заметных трещин; установить экран или надеть очки; работа без экрана или очков не допускается.
7. Установленные на верстаках тиски должны соответствовать размерам обрабатываемых деталей.
8. При работе с пневматическим инструментом необходимо перед началом работы, прежде чем присоединить шланг к инструменту, тщательно продуть его сжатым воздухом; рабочий наконечник перед пуском сжатого воздуха нужно упереть в обрабатываемый материал; следует избегать холостого хода инструмента; шланг не должен быть длиннее 10 *м*; независимо от условий работы и исправности инструмента необходимо один раз в месяц его разобрать, промыть и обнаруженные при осмотре поврежденные или сильно изношенные части заменить новыми.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Условное обозначение арматуры общего назначения

Таблица 1

Тип арматуры	**Условное обозначение**	**Материал корпуса**	**Условное обозначение**
Кран пробно-спускной	10	Углеродистая сталь	С
Кран для трубопровода	11	Легированная сталь	ЛС
Запорное устройство указателя уровня	12	Коррозионно-стойкая (нержавеющая) сталь	НЖ
Вентиль	13, 14 и 15	Серый чугун	Ч
Клапаны обратный подъемный и приемный с сеткой	16	Ковкий чугун	КЧ
Клапан предохранительный	17	Высокопрочный чугун	ВЧ
Клапан обратный поворотный	19	**Латунь, бронза**	Б
Регулятор давления “после себя” и “до себя”	21	Алюминий	А
Клапан запорный и отсечной	22	Монель-металл	МН
Клапан регулирующий	25	Пластмассы (кроме винипласта)	П
Клапан смесительный	27	Винипласт	ВП
Задвижка	30 и 31	Фарфор	К
Затвор	32	Титановый сплав	ТН
Конденсатоотводчик	45	Стекло	СК

Таблица 2

Материал уплотнительных поверхностей	**Условное обозначение**	**Привод**	**Условное обозначение**
Латунь, бронза	бр	Механический, с червячной передачей	3
Монель-металл	мн	То же, с цилиндрической зубчатой передачей	4
Коррозионно-стойкая (нержавеющая) сталь	нж	То же, с конической пере дачей	5
Баббит	бт	Пневматический	6
Стеллит	ст	Гидравлический	7
Сормайт	ср	Электромагнитный	8
Кожа	к	Электрический	9
Эбонит	э		

Таблица 3

Материал уплотнительных поверхностей	**Условное обозначение**	**Способ нанесения внутреннего покрытия**	**Условное обозначение**
Резина	р	Гуммирование	гм
Пластмассы (кроме винипласта)	п	Эмалирование	эм
Винипласт	вп	Свинцевание	св
Без вставных или наплавленных колец	бк	Футерование пластмассой	п
Фторопласт	фт	Футерование найритом	н

Приложение 2

Предельно допустимая рабочая температура для материалов различных марок

Назначение	Марка	Максимальная температура, °С
Лист	30ХГСА	150
	ВТ1-0, ВТ1 1	250
	08Х13, 20Х13, 30Х13	300
	ВСт3сп5, сталь 10, 15, 20, 20к, 22к	350
	16ГС, 10ХСНД	400
	09Г2С, 16ГНМА, 15ГНМФА	450
	12МХ, 12ХМ, 1Х2М, 13Х2МФА, 15Х2МФА	500
	20ХМ	530
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 04Х18Н10, 12Х18Н12Т, 10Х17Н13М2Т, 03Х17Н14М2Т	600
Трубы	ВТ1-0, ВТ1-1	250
	08Х13, 20Х13	300
	ВСт3сп5, сталь 10, 20	350
	15ГС, 16ГС	400
	12ХМ, 15ХМ, 1Х2М, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф	500
	1Х12В2МФ	550
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 04Х18Н10, 04Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 10Х17Н13М2Т, 09Х16Н15М3Б	600
Поковки	ВСт3сп5, сталь 10, 15, 20, 22к	350
	14Х17Н2	400
	35Х, 40Х, 12ХМ, 15ХМ, 1Х2М, 12Х1МФ,20ХМА, 15ГКМФА, 13Х2МФА, 15Х2МФА, 25Х1МФ, 25Х2МФА*, 25Х3МФА*	500
	20ХМ, 3ХГСА	530
	45Х14Н14В2М	550
	08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т	600
Отливки	15Л, 20Л, 25Л, 20ГСЛ	350
	20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15ХМ1ФЛ	500
	10Х18Н9ТЛ, Х18Н12М3ТЛ	600
Крепежные детали	20Х13	300
	Сталь 30, 35, 40. 45, 14Х17Н2	350
	20Х, 30Х, 40Х, 30ХМА, 30ХМ, 35Х, 35ХМ, 25Х1МФ	500
	20Х2МФА, 25Х3МФА, 20ХМФБР, 20Х3М1ФА, 2Х12ВМБФР, 2Х12ВНМФ	550
	08Х18Н10Т, ХН35ВТ, 45Х14Н14В2М, ХН35ВТО	600
Сортовой	14Х17Н2	350
	12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т	600

* Для несвариваемых конструкций

Приложение 3

Предельные параметры применения спиральновитых прокладок

Тип	Материал прокладки			Предельные параметры применения	
	каркас	**наполнитель**	**среда**	**температура, °С**	**рабочее давление, *МПа***
1	12Х18Н9Т; 12Х18Н10Т	Паронит ТП-1	Пар, вода, и другие неагрессивные среды.	450	25
2	12Х118Н9Т; 12Х18Н10Т; 12Х18Н9; 08Х18Н10	Паронит КП-2	Кислоты, щелочи, окислители и другие агрессивные среды	250	1,6
3	12ХП8Н9Т; 12Х18Н10Т	Асбестовая бумага равнопрочная АРБ-3	Пар, сухие газы, тяжелые нефтепродукты и другие неагрессивные среды	600	25

Приложение 4

Таблица 1

Механические характеристики легированных конструкционных сталей, применяемых для деталей арматуры*

Марка	σ_T, *кгс/мм²*	σ_B, *кгс/мм²*	δ, *%*	ψ, *%*	α_H, *кгс·м/см²*
12Х1МФ	26	48	21	55	10
15ХМ	28	45	21	55	12
18Х3МВ	45	65	18	—	12
20Х2МА	45	60	16	45	7
20ХН3А	75	95	12	55	10
20Х3МВФ	75	90	12	40	6
25Х1МФ	75	90	14	50	6
30ХМ	75	95	11	45	8
35Х	75	95	11	45	7
35ХМА	85	100	12	45	8
38ХА	80	95	12	50	9
40Х	80	100	10	45	6
18Х2Н4ВА	80	105	12	50	12
38ХМЮА	85	100	14	50	9
38ХВФЮ	85	100	10	45	8
30ХГСА	85	110	10	45	5
40ХНМА	85	100	12	55	10
38ХН3МФА	110	120	12	50	8

* Механические характеристики приведены для образцов в термически обработанном виде.

Таблица 2

Механические характеристики легированных и высоколегированных сталей, применяемых для деталей арматуры*

Марка	σ_T, кгс/мм^2	σ_B, кгс/мм^2	δ, %	ψ, %	α_H, кгс·м/см^2
20ХЛ	25	45	18	30	6
20ХМЛ	25	45	18	30	3
40ХЛ	40	60	12	20	3
20Х5МЛ	40	60	16	30	4
20Х5ТЛ	40	60	16	30	4
20Х13Л	45	60	16	40	6
10Х18Н9Л	18	45	25	35	10
10Х18Н9ТЛ	20	45	25	32	6
10Х18Н12М2ТЛ	22	45	30	30	10
10Х18Н12М3ТЛ	22	50	30	30	10
10Х18Н4Г4Л	25	45	25	35	10
5Х20Н25М3Д2ТЛ	20	40	20	20	8
10Х21Н6М2Л	30	60	30	30	6
15Х18Н12С4ТЛ	25	60	15	30	2,8

* Механические характеристики приведены для образцов в термически обработанном виде.

Приложение 5

Некоторые смазочные материалы и области их применения

Смазка	Область применения	Предельная температура в узле, °С
ЦИАТИМ-201	Узлы трения, работающие при повышенной влажности (смазка химически стабильна)	100
ЦИАТИМ-221	Узлы трения, работающие в контакте с агрессивными средами (смазка химически стабильна, водоупорна, не разрушает резину)	150
ВНИИНП-232	Узлы трения с малым коэффициентом трения	150
ВНИИНП-225	Узлы трения, работающие при повышенной температуре	230
Молибден высокой чистоты МВЧ-1	Узлы трения, работающие при высоких контактных давлениях	500
Графитовая смазка	Узлы трения, работающие при высоких контактных давлениях	200

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлев А.Н. Допуски и технические измерения. — М.; Высшая школа, 1981.
2. Имбрицкий М.И. Ремонт арматуры мощных энергетических блоков. — М.; Энергия, 1978.
3. Кижнер А.Х. Специальная арматура атомных электростанции и ее ремонт. — М.; Энергоиздат, 1981.
4. Козловский Н.С., Виноградов А.Н. Основы стандартизации допуски, посадки и технические измерения. — М.; Машиностроение, 1982.
5. Никитина И.К. Справочник по трубопроводам тепловых электростанций. — М.; Энергоатомиздат, 1983.
6. Шастин В.Н. Справочник по ремонту котлов и вспомогательного котельного оборудования. — М.; Энергоиздат, 1981.