Библиотека СОК

А.И.ГОШКО

АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНАЯ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В трех книгах

Управление качеством. Технический контроль. Сертификация 3



Москва "Машиностроение"
2003

УДК 621.646
ББК 39.71
Г74

Рецензент

Кандидат технических наук
О.Н. Шпаков

А.И. Гошко

Г74 Арматура трубопроводная целевого назначения: В 3-х кн. Кн. 3: Управление качеством. Технический контроль. Сертификация. М.: Машиностроение, 2003. 224 с. с ил.

В третьей книге приведены международные классификации и стандарты на трубопроводную арматуру, а также системы управления качеством, технического контроля и сертификации, базирующиеся на стандартах ИСО серии 9000:2000, средства метрологического обеспечения, правила оценки уровней качества, практические рекомендации, необходимые для технического регулирования и менеджмента качества специальной и общепромышленной арматуры.

Книга предназначена для проектировщиков и эксплуатационников трубопроводов технологических систем, конструкторов, изготовителей и ремонтников арматуры, специалистов по качеству, сертификации и метрологии, менеджеров фирм, продающих арматуру.

УДК 621.646
ББК 39.71

Andrey Goshko

Pipeline valves high quality. In three books. Book 3: Quality management. Technical control. Certification. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2003.

In this book are given basic standards on pipeline valves, quality control systems, technical control and certification systems, complying with international standards of ISO 9000:2000, metrology means, quality level assessment rules, practical guidelines and other measures, necessary while quality monitoring of special and industrial purpose valves.

ISBN 5-217-03191-3 (кн. 3)
ISBN 5-217-03182-4

© Гошко А.И., 2003
© Издательство "Машиностроение", 2003

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 5

Глава 1. АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНАЯ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ 7

1.1. Направления и общие принципы управления качеством промышленной трубопроводной арматуры 7

1.2. Квалиметрия трубопроводной арматуры 35

1.2.1. Оценка качества арматуры по показателям функциональной способности 50

1.2.2. Оценка качества арматуры по показателям технологичности конструкции изделий 60

1.2.3. Оценка качества арматуры по показателям экономичности изделий 66

1.3. Системное управление качеством целевой арматуры 69

Глава 2. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АРМАТУРЫ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ 74

2.1. Структура систем управления качеством трубопроводной арматуры 74

2.2. Управление качеством продукции в соответствии с положениями стандартов ИСО серии 9000:2000 78

2.3. Управление качеством арматуры методами оптимизации параметров изделий 83

2.4. Управление качеством деталей арматуры технологическими методами 97

Глава 3. СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ АРМАТУРЫ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ 120

3.1. Правила разработки и виды технического контроля трубопроводной арматуры 120

3.2. Системы технического контроля при организации и управлении арматурным производством 128

3.3. Технический контроль при проектировании арматуры 131

3.4. Технический контроль при изготовлении арматуры 139

Глава 4. СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АРМАТУРЫ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ 195

4.1. Общие положения технического регулирования в арматуростроении 195

4.2. Декларирование соответствия и сертификация как способы защиты и удостоверение конкурентоспособности арматуры 198

4.3. Сертификация систем качества в зарубежных странах 202

4.4. Добровольное и обязательное подтверждение соответствия 206

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 214

ЛИТЕРАТУРА 215

ПРИЛОЖЕНИЕ 217

Посвящаю моим учителям:
Анне Ивановне Шумиловой и
Анатолию Дмитриевичу Никифорову

ПРЕДИСЛОВИЕ

Промышленная трубопроводная арматура целевого назначения является особо ответственным элементом технологических систем. Системный подход к выбору целевой арматуры, ее производству, эксплуатации и ремонту изложен в первой и второй книгах. Сформулированные в них положения и рекомендации позволяют установить: функциональные нормы на показатели качества; конструкторские допуски на структурные и геометрические параметры деталей; рациональные значения показателей технологичности конструкции изделий и эффективный состав технологических процессов изготовления, испытаний, монтажа, технического обслуживания и ремонта арматуры.

Реализация норм и технологических процессов в рамках отрасли арматуростроения и каждого предприятия-изготовителя связана с повышением технического уровня и качества арматуры. Актуальность вопросов качества отечественной арматуры обусловлена и вступлением России во Всемирную торговую организацию.

Повышение качества – комплексная проблема и в ней значимую роль отводят управлению качеством продукции. В управлении качеством продукции выделяют методы и действия, направленные на достижение требуемого качества изделий, как комплекс практических задач регулирования деятельности по отклонениям показателей арматуры в обеспечение требований технических регламентов и рекомендаций стандартов.

При этом, управление качеством продукции рассматривается с позиций удовлетворения регламентированных требований потребителя арматуры, а не достижения абстрактного уровня качества продукции по отдельным показателям, например, абсолютной герметичности (нет видимой утечки) в затворе при испытаниях общепромышленной запорной армату-

ры, и, вместе с тем, низким уровнем показателей безопасности, надежности, технологичности конструкций и экономичности отдельной арматуры.

Улучшение, обеспечение, планирование, контроль качества трубопроводной арматуры организуются как процессы управления качеством, а также технического контроля и сертификации. Для целевой арматуры особенно важны: внедрение систем менеджмента качества на базе международных стандартов ИСО серии 9000:2000; организация технического контроля при проектировании и производстве арматуры и введение инструментального контроля в полном объеме для геометрических и структурных параметров герметизаторов (уплотнений) деталей затворов; проведение декларирования соответствия, обязательной и добровольной сертификации изделий и систем качества, в том числе сертификационными центрами, имеющими международное признание.

Посредством процессного подхода к управлению качеством, аккумулировавшем в себе элементы организационного и технического руководства, отдельные арматурные предприятия добились значимых результатов в улучшении качества арматуры и снижении затрат на качество. И книга, отражая современные тенденции управления качеством, дает практические рекомендации с ориентацией на ведущие предприятия.

Здесь уместно привести данную американским ученым Дж. Харрингтоном оценку специалистам в области качества, которая гласит, что *в 40-е годы прошлого столетия страна имела своих военных героев, в 60-е годы образцами для подражания стали космонавты, а в настоящее время героями следует считать лидеров в области качества, поскольку их вклад в будущее страны может быть даже больше, чем вклад выдающихся лидеров прошлого.* Разве это сказано не о нашей стране: ее прошлом и будущем?

Вопросам улучшения качества посвящена первая книга: "Арматура трубопроводная целевого назначения. Выбор. Эксплуатация. Ремонт"; задачам обеспечения качества – вторая книга: "Арматура трубопроводная целевого назначения. Производство. Испытания. Монтаж" и, наконец, управлению качеством в целом – настоящая, третья книга. В книгах управление качеством и сертификация рассматриваются в современной трактовке менеджмента качества.

Данная книга, с позиций системного подхода, впервые отражает аспект общей функции технического регулирования и управления качеством специальной и общепромышленной, в том числе и особо ответственной – целевой арматуры.

Выражаю благодарность О.Ю. Алексеевой за помощь при подготовке книги.

Глава 1

АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНАЯ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

1.1. НАПРАВЛЕНИЯ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

Управление качеством трубопроводной арматуры реализуется на основе общепринятых систем менеджмента качества с собственной структурой и функцией.

При этом важен комплекс управляющих решений на уровне государства и арматурных предприятий, базирующихся на мировых достижениях, процессах и механизмах:

– научно-технического развития, технического регулирования и международной стандартизации;

– метрологического обеспечения и технического контроля арматуры;

– оптимизации параметров и требований к точности деталей арматуры;

– сертификации систем качества.

Менеджмент качества арматуры во взаимосвязи с научно-техническим прогрессом, техническим регулированием и стандартизацией. Аспект общей функции управления, определяющий и осуществляющий политику в области качества, как ***менеджмент качества***, тесно связан с понятиями улучшения, обеспечения, контроля и планирования качества (рис. 1.1.1).

Улучшение качества – постоянная деятельность, направленная на повышение технического уровня и качества трубопроводной арматуры, совершенствование элементов производства и системы качества.

Для улучшения качества арматуры по ***целевому назначению*** необходимо:

– установить направление изменений (например, повышение класса герметичности в затворе), наметить участников работ и рассчитать необходимые средства;

– исследовать характерные особенности проблемы (например, конструкторско-эксплуатационную и технологическую точность деталей затвора);

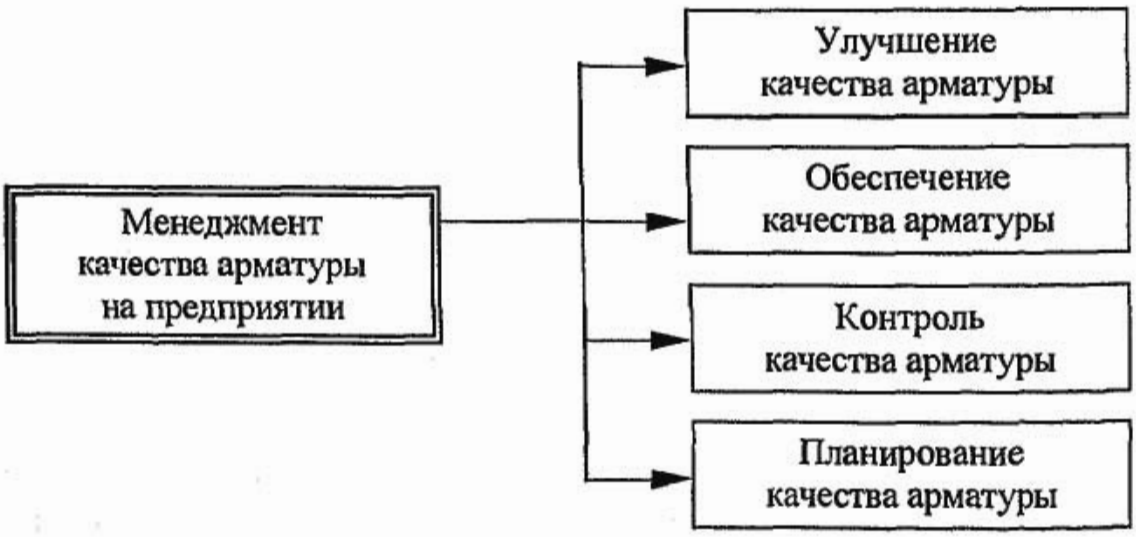


Рис. 1.1.1. Менеджмент качества трубопроводной арматуры в соответствии с определениями международных стандартов ИСО 9000:2000

– проанализировать полученную информацию и при необходимости осуществить экспериментальную проверку вариантов изменений;

– внести намеченные изменения в объект улучшения;

– провести анализ функционирования объекта улучшения;

– стандартизовать решение улучшения в документах предприятия.

Обеспечение качества – совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, необходимых для создания уверенности в том, что данная трубопроводная арматура удовлетворяет определенным требованиям, предъявляемым к ее качеству. Это определение в наибольшей степени отвечает арматуре целевого назначения, как особо ответственному элементу конкретной технологической системы.

Не следует смешивать это понятие обеспечения качества с ранее принятым, под которым понималось статистическое регулирование технологического процесса, позволяющее поддерживать заданные технологические параметры в ходе изготовления арматуры. В дальнейшем это понятие заметно расширилось [5, 20, 24] и приобрело характер полного и стабильного удовлетворения оговоренных требований потребителя к качеству и создания доверия к изготовителю.

Согласно международным стандартам ИСО:

– обеспечение не будет полным, если установленные требования к качеству арматуры не отражают полностью потребности потребителя;

– эффективность обеспечения качества требует постоянной оценки факторов, влияющих на соответствие технических условий своему на-

значению, а также контроля технологических процессов изготовления, испытаний, монтажа и проведения технического контроля арматуры (создание доверия может означать предоставление доказательств);

– в рамках арматурного предприятия обеспечение качества служит инструментом общего руководства.

Контроль качества – часть менеджмента качества, направленная на выполнение требований к качеству. Арматурное предприятие должно выявлять, какие измерения нужно выполнять и какие устройства необходимы для измерения, чтобы гарантировать соответствие изделия (детали, узла, арматуры в целом) установленным требованиям. При этом должно выполняться условие, что проводимые измерения отвечают требованиям к измерениям. Устройства должны быть проверены, иметь защиту от регулировок, делающих их калибровку недействительной, и т.п.

Планирование качества – ориентация менеджмента на постановку целей и задач в области качества. При этом руководство высшего уровня, согласно стандартам ИСО 9000:2000, должно гарантировать, что цели (задачи) установлены для надлежащих функций (подразделений) и уровней арматурного предприятия. Цели в области качества должны быть измеряемыми и соответствовать политике в области качества, включая обязательства непрерывного совершенствования. Должны охватывать все то, что необходимо для удовлетворения требований к арматуре. Для достижения целей необходимые ресурсы должны быть выявлены и запланированы. Планироваться должны:

– процессы системы менеджмента качества с учетом разрешенных исключений, не влияющих на способность производимых изделий отвечать требованиям потребителя;

– необходимые ресурсы;

– процессы постоянного совершенствования системы менеджмента качества арматуры.

В ходе планирования следует предусматривать сохранение целостности системы менеджмента качества.

В аспекте менеджмента качества научно-технический прогресс в арматуростроении рассматриваем как сложный и динамичный процесс расширения границ познанного и практически освоенного приобретения новых сведений о закономерностях функционирования и создания [6, 7, 24]. На их основе разрабатываются новая арматура и технологии, совершенствуются используемые в ее производстве средства труда, формы его организации. Проблемы научно-технического прогресса в рамках пред-

приятия связаны с рациональным управлением и организованным улучшением качества арматуры. В рамках этих проблем решают задачи управления качеством.

Именно научно-технический прогресс служит основой интенсификации производства, а значительному повышению качества арматуры отводится роль важнейшего фактора этой интенсификации. Таким образом, возрастающая роль значительного повышения качества арматуры становится первоочередным требованием интенсификации арматуростроения.

Для выявления эффективных путей значительного повышения качества выпускаемой арматуры определены мероприятия, существенно влияющие на уровень качества продукции. К таким мероприятиям относятся организационно-экономические, методико-информационные, технические.

На повышение технического уровня продукции наибольшее влияние оказывают технические мероприятия, обусловленные следующими направлениями научно-технического прогресса:

– переход на прогрессивные технологические процессы производства и эксплуатации арматуры;

– создание и внедрение в производство арматуры новых, более совершенных и экономичных конструкционных материалов;

– повышение технического уровня и качества выпускаемой арматуры на основе оптимизации ее технических параметров;

– разработка и внедрение технических регламентов и стандартов с требованиями, соответствующими мировому уровню техники и технологии, метрологии и технического контроля;

– реализация принципов комплексного управления качеством на всех уровнях производства.

Отдельные технические аспекты указанных направлений, такие как техническое регулирование и международная стандартизация в обеспечение требуемого технического уровня и стабильности качества промышленной продукции, метрологическое обеспечение, оптимизация параметров изделий машиностроения на базе математического моделирования, выделяются в самостоятельные и в дальнейшем будут рассмотрены в книге и использованы в рекомендациях по управлению качеством изделий в арматуростроении.

Техническое регулирование, международная стандартизация и научно-технический прогресс взаимосвязаны: в технических регламентах и стандартах отражается уровень развития науки и техники, и, в то же время, от уровня их требований и рекомендаций в значительной степени зависит дальнейшее развитие научно-технического прогресса [5, 17].

Главной задачей технического регулирования и международной стандартизации в арматуростроении в настоящее время являются правовое регулирование обязательных требований, совершенствование системы нормативно-технической документации (НТД), ее внедрение и применение при разработке, производстве, эксплуатации и ремонте арматуры, удовлетворяющей потребности отечественной промышленности, обороны страны и экспорта. Требования, устанавливаемые в НТД, должны быть направлены на выпуск арматуры, соответствующей всем потребительским показателям по безопасности, надежности, герметичности, материало- и энергоемкости. Необходимое условие решения задач по НТД в отрасли – решительный переход к созданию принципиально новых документов: технических регламентов, национальных стандартов и стандартов организаций с обязательными и рекомендуемыми требованиями и дифференцированными сроками введения их в действие. При этом в арматуростроении нормативной основой вновь создаваемых НТД служат около 50 ГОСТов, 60 ОСТов и более 100 РД.

Роль НТД в управлении качеством продукции на современном этапе заключается в ее планомерном и полном использовании при решении задач управления. НТД здесь играет роль взаимосвязанного целостного комплекса активных регуляторов, воздействующих на функции управляющих органов. Взаимосвязанный целостный комплекс таких регуляторов образует системы технического регулирования и международной стандартизации в управлении качеством.

Конечным результатом этих действий являются внедрение и выпуск арматуры в строгом соответствии с требованиями технических регламентов. В целях борьбы с поддельной арматурой, укрепления технологической и производственной дисциплины в стране возрождаются меры правового и экономического воздействия на предприятия и организации, нарушающие требования НТД и технических условий при изготовлении и реализации продукции, а также метрологических правил.

Важным направлением в работе по повышению технического уровня и качества арматуры, обеспечению ее соответствия на внутреннем рынке и конкурентоспособности на внешнем является сертификация – система действий третьей стороны, подтверждающей соответствие фактических характеристик продукции требованиям технических регламентов, положениям стандартов и условиям договоров, которые приняты в своей стране или в международных организациях.

Как отмечалось ранее, международная стандартизация является важным фактором технического развития и отечественное арматуростроение не имеет времени на самоизоляцию, поддерживая устаревшие системы управления качеством.

В международной стандартизации заинтересованы как индустриально развитые государства, так и страны развивающиеся, создающие собственную национальную экономику. Эта заинтересованность объясняется все возрастающей ролью нормативных документов, разработанных различными международными организациями по стандартизации [14, 20, 22].

Одной из ведущих является Международная организация по стандартизации (ИСО). Основной задачей ИСО, созданной в 1946 г., является разработка международных стандартов (МС ИСО) для содействия международной торговле и техническому прогрессу. Эти стандарты выступают как средство ликвидации так называемых нетаможенных барьеров, существующих между странами в силу действия национальных стандартов и правительственных правил.

Вопросами обеспечения качества в ИСО занимается технический комитет (ТК), организованный в 1979 г., возглавляемый Канадой. В 1985 г. ИСО/ТК 176 были изданы проекты пяти стандартов (МС ИСО 9000, МС ИСО 9001, МС ИСО 9002, МС ИСО 9003 и МС ИСО 9004) на системы качества, а в 1987 г. они были одобрены и введены в действие. Вместе с ранее выпущенным терминологическим стандартом ИСО 8402, они образовали первый основополагающий комплекс международных документов по качеству, охватывающий практически все возможные области применения. Спустя 10 лет был введен в действие блок стандартов ИСО в новой версии, определивших для арматуры модели: обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании (ГОСТ Р ИСО 9001-96); обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании (ГОСТ Р ИСО 9002-96); обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях (ГОСТ Р ИСО 9003-96) [24].

Группа международных стандартов ИСО серии 9000 : 2000 состоит из трех документов (табл. 1.1.1).

В дополнение к ним действуют базовые международные стандарты на испытания арматуры, методы испытаний, конструкционные материалы, параметры точности, отдельные из которых представлены в табл. 1.1.2.

Международные европейские стандарты на трубопроводную арматуру формулируются в виде директив Европейского Союза (ЕС). Основная цель директив – согласование национальных стандартов, гарантии общей безопасности и защита окружающей среды. Одним из главных приоритетов директив ЕС является отмена тех стандартов, которые могли бы препятствовать торговле и экономическому взаимодействию стран ЕС. При этом директивы ЕС имеют силу закона в государствах ЕС. Основные директивы ЕС, имеющие отношение к трубопроводной арматуре, приведены в табл. 1.1.3.

Таблица 1.1.1

Номер	Наименование	Основное содержание и положения
ГОСТ Р 9000:2001	Системы менеджмента качества. Базовые принципы и словарь	Основные положения систем менеджмента качества, являющихся объектом стандартов семейства ИСО 9000 и определяет соответствующие термины
ГОСТ Р 9001:2001	Системы менеджмента качества. Требования	Введение (общие положения, процессный подход, взаимосвязь со стандартом ИСО 9004, совместимость с другими системами). Область применения. Нормативные ссылки. Определения. Система менеджмента качества. Ответственность руководства. Менеджмент ресурсов. Создание продукта. Измерения, анализ и улучшения
ГОСТ Р 9004:2001	Системы менеджмента качества. Руководящие указания по улучшению качества	Положения рекомендательного характера по улучшению характеристик деятельности. Основан на принципах менеджмента качества по ИСО 9001:2000. Служит руководством по внедрению менеджмента качества, помогает организации учреждать и совершенствовать систему менеджмента качества

Таблица 1.1.2

Стандарт международный	Наименование
MSS-SP-84 Steel Valves – Socket Welding and Threaded Ends	Арматура стальная сварная с резьбовыми патрубками
MSS-SP-99 Instrument Valves	Арматура контрольная
APS-600 Steel Gate Valves and Butt welding Ends	Задвижки стальные с концами под приварку
ASME/ANSI B 16.34 Valves – Flanged, Threaded and Welding Ends	Арматура с резьбовыми патрубками, фланцами и концами под приварку
MSS-SP-61 Pressure Testing of Valves	Испытания арматуры
API-598 Valve Inspection and Test	Контроль и испытания арматуры
API 607 Fire Test for Soft-Seated Quarter-Turn Valves	Испытания на пожаростойкость для неполноповоротной арматуры с мягкими седлами
API 6FA Fire Test for Valves	Испытания на пожаростойкость арматуры
ASTM A 370 Mechanical Testing of Steel Products	Механические испытания стальных изделий
ASTM E 1003 Standard method for hydrostatic leak testing	Стандартный метод гидростатического испытания на герметичность
ASTM E 165 Standard Practice for Liquid Penetrant Inspection Method	Стандартный метод инспекции на проникновение жидкости
ASTM E 94 Standard Practice for Radiographic Testing	Стандартный метод рентгеновского исследования

Окончание табл. 1.1.2

Стандарт международный	Наименование
ISO 1106/1/ISO 2504/ISO/R947 Radiographic Examination of Fusion Welded Butt Joints in Steel Pipes	Рентгеновские исследования соединений, сваренных под флюсом стальных труб
ISO 5208 Industrial Valves pressure testing of valves	Испытание давлением промышленной арматуры
ISO/CD 148-1 Metallic Materials Charpy Impact Test (V-notch and U-notch)	Металлические материалы – испытания на удар (V-образная и U-образные канавки)
ISO 11971 Visual Examination of Surface Quality Steel Casting	Визуальный контроль качества стальных отливок
ISO 3452 Non-Destructive Testing – Penetrant Inspection – General Principles	Неразрушающий метод контроля – испытания проникающей жидкостью – общие принципы
ASTM F 37-68 Sealability of gasket materials	Резиновые уплотнительные кольца
DIN 470 Sealing washers	Уплотнительные прокладки
DIN 2690 Gaskets for flange with flat sealing faces	Прокладки для плоских фланцев
DIN 2695 Diaphragm seal rings and diaphragm welded seal for flanged connections	Мембранные уплотнительные кольца и сварные уплотнительные мембраны для фланцевых соединений
DIN 3770 Elastomeric O rings	Манжетные уплотнения вращающихся шпинделей
ASME B 46.1 Surface Texture (Surface Roughness, Waviness and Lay)	Характеристики поверхности (шероховатость, волнистость, направление неровностей)

Таблица 1.1.3

Директива ЕС	Требование директивы	Срок действия
97/23/EC (PED)	Безопасность систем и установок, работающих под давлением	с 29.05.2002 г.
98/37/EC (MD)	Безопасность машин и оборудования, имеющих движущиеся части	с 22.06.1998 г.
87/404/EEC	Безопасность сосудов высокого давления, содержащих воздух или азот	с 01.07.1990 г.
85/374/EEC	Надежность оборудования	с 01.01.1990 г.
89/106/EC (CPD)	Безопасность и эксплуатационные свойства конструкционных материалов	с 27.06.1991 г.
89/336/EEC (EMC)	Электромагнитная защищенность оборудования	с 01.01.1992 г.
93/465/EEC (CE Mark)	Методология оценки соответствия для введения маркировки безопасности	с 29.05.2002 г.

Из приведенных директив наиболее высокие требования к трубопроводной арматуре содержатся в директивах PED и MD. Директива PED требует соответствия ее положениям, как оборудования, так и трубопроводов, арматуры, предохранительных устройств, фланцев, компенсаторов, опор и т.п. При этом оборудование и элементы технологической системы делятся на категории с различными методами оценки соответствия. Под директиву ЕС должны быть переработаны международные и национальные стандарты в странах ЕС. Отдельные переработанные международные стандарты приведены в табл. 1.1.4.

Таблица 1.1.4

Стандарты EN	Наименование	Основное содержание
EN 736-3 Terminology	Термины и определения	Основные термины и их трактовка для трубопроводной арматуры применительно к требованиям директивы PED
EN 1984 Steel Gate Valves	Промышленная арматура. Стальные задвижки	Распространяется на промышленные задвижки D_y 8 ... 100 мм с кованными, литыми корпусами, с фланцами, с патрубками под приварку, с резьбовыми патрубками
EN 12569 Valves for Praess Industry	Промышленная арматура	Распространяется на промышленную стальную арматуру для химических и нефтехимических производств D_y 15 мм и более. Изложены требования к испытаниям
EN 1267 Flow Resistance	Испытания трубопроводной арматуры	Описан метод испытаний арматуры водой. Не распространяется на регулирующую арматуру
EN 1349 Process Control Valve	Регулирующая арматура	Распространяется на арматуру p_y = 10 ... 100 МПа. Даны нормы утечек через регулирующий орган, требования к испытаниям и маркировке

В табл. 1.1.5 частично дана классификация трубопроводной арматуры Европейского комитета по арматуростроению (СЕИР), касающаяся промышленной арматуры. Членом СЕИР является НПАА (Научно-промышленная ассоциация арматуростроителей), созданная в 1990 г., включающая около 100 предприятий и организаций России, Украины, Беларуси, Казахстана, Узбекистана, Армении, Латвии.

Общая классификация трубопроводной арматуры, рекомендованная ООН, принята 75 странами мира и приведена ниже.

В России действует кардинально отличающаяся от мировой и европейской классификация и кодирование арматуры, принятые почти 70 лет назад ПКК (Проектно-конструкторской конторой), в 1945 г. преобразованной в ЦКБА (Центральное конструкторское бюро арматуростроения) [6, 9]. Работу по внедрению в отечественное арматуростроение международных классификаций трубопроводной арматуры ведет НПАА.

Таблица 1.1.5

Тип, класс арматуры	Классификационный номер	Исполнение арматуры
Арматура регулирующая	12310	
	12311	Клапаны регулирующие из чугуна
	12312	Клапаны регулирующие из стали
	12313	Клапаны регулирующие из медесодержащих сплавов
	12314	Клапаны регулирующие из других материалов
	12315	Клапаны регулирующие диафрагмовые
	12316	Задвижки регулирующие шланговые
	12317	Регуляторы давления
	12318	Регуляторы температуры
	12319	Регуляторы уровня
Арматура обратная	12320	
	12321	Клапаны обратные чугунные
	12322	Клапаны обратные стальные
	12323	Клапаны обратные из медесодержащих сплавов
	12324	Клапаны обратные из прочих материалов
	12325	Затворы обратные чугунные
	12326	Затворы обратные стальные
	12327	Затворы обратные из медесодержащих сплавов
	12328	Затворы обратные из прочих материалов

Продолжение табл. 1.1.5

Тип, класс арматуры	Классификационный номер	Исполнение арматуры
Арматура предохранительная	12330	
	12331	Клапаны предохранительные чугунные
	12332	Клапаны предохранительные стальные
	12333	Клапаны предохранительные из медесодержащих сплавов
	12334	Клапаны предохранительные из прочих материалов
Задвижки	12340	
	12341	Задвижки чугунные
	12342	Задвижки стальные
	12343	Задвижки из медесодержащих сплавов
	12344	Задвижки из других материалов
	12345	Задвижки шланговые
Затворы поворотные	12350	
	12351	Затворы чугунные
	12352	Затворы стальные
	12353	Затворы из медесодержащих сплавов
	12354	Затворы из прочих материалов
Клапаны запорные	12360	
	12361	Клапаны запорные чугунные
	12362	Клапаны запорные стальные
	12363	Клапаны запорные из медесодержащих сплавов
	12364	Клапаны запорные из других материалов
	12365	Клапаны запорные диафрагмовые

Окончание табл. 1.1.5

Тип, класс арматуры	Классификационный номер	Исполнение арматуры
Краны	2370	
	2371	Краны шаровые чугунные
	2372	Краны шаровые стальные
	2373	Краны шаровые из медесодержащих сплавов
	2374	Краны шаровые из других материалов
	2375	Краны конусные и цилиндрические чугунные
	2376	Краны конусные и цилиндрические стальные
	2377	Краны конусные и цилиндрические из медесодержащих сплавов
	2378	Краны конусные и цилиндрические из других материалов
Арматура смесительная и разделительная	12380	
	12381	Конденсатоотводчики
	12382	Клапаны смесительно-разделительные шаровые стальные
	12383	Краны смесительно-разделительные шаровые из других материалов

Общая классификация, рекомендуемая ООН

36-06.0 – 00 Клапаны, краны и арматура трубопроводная (фитинги) металлические

01 Клапаны литые чугунные

02 Клапаны литые из легированного чугуна

03 Клапаны литые из стали и легированной стали

04 Клапаны из коррозионно-стойкой стали
05 Клапаны кованные, горячештампованные стальные
07 Клапаны из алюминия
08 Клапаны из бронзы
09 Клапаны из латуни
10 Клапаны из медных сплавов
11 Клапаны литые титановые
12 Клапаны из легких сплавов
13 Клапаны из сплавов никеля с цветными металлами
15 Клапаны с пластиковой внутренней облицовкой
16 Клапаны свинцовые и со свинцовой внутренней облицовкой
17 Клапаны с резиновой внутренней облицовкой
18 Клапаны со стеклянной внутренней облицовкой
20 Клапаны устойчивые к коррозии
28 Клапаны продувочные
29 Клапаны поворотные
30 Клапаны дроссельные
31 Клапаны стопорные
33 Клапаны редукционные
34 Клапаны регулирования давления
35 Клапаны контрольные обратные
36 Клапаны смесительные
37 Клапаны мембранные
38 Клапаны запорные, задвижки
39 Клапаны запорные для напорных трубопроводов
40 Клапаны шаровые
41 Клапаны золотниковые
42 Клапаны термостатические
43 Клапаны пережимающие
44 Клапаны поплавковые
45 Клапаны буферные, амортизаторные
46 Клапаны обратные
47 Клапаны игольчатые
48 Клапаны запорные (откидные)

49 Клапаны вафельные (с плоской заслонкой)
50 Клапаны скрепляемые с кожухом болтами
51 Клапаны ввинчиваемые в кожух
52 Клапаны с неподнимающимся золотником
53 Клапаны с поднимающимся золотником
54 Клапаны поршневые

36-06.1 – 00 Клапаны, краны и арматура трубопроводная (фитинги) металлические (продолжение)

01 Клапаны миниатюрные
02 Клапаны сверхминиатюрные
03 Клапаны гидрораспределительные направляющие, гидрораспределители направляющие
04 Клапаны байпасные (перепускные)
05 Клапаны донного водоспуска
06 Клапаны облицованные (в кожухе)
07 Клапаны выдувные, фыркающие
08 Клапаны двухседельные
09 Клапаны из прутковой заготовки, из сортового проката
10 Клапаны с неметаллическими седлами и внутренней облицовкой
11 Клапаны направляющие и предохраняющие от смешивания
12 Клапаны спускные
13 Клапаны быстродействующие
14 Клапаны регулируемого или пропорционального потока
15 Клапаны двухпутевые
16 Клапаны трех- или четырехпутевые
17 Клапаны многопутевые
20 Клапаны фланцевые
21 Клапаны шаровые замедленного действия
22 Клапаны шаровые выпускные
23 Клапаны перепускные
24 Клапаны дроссельные автоматические
25 Клапаны запорные с угловыми и наклонными седлами
26 Клапаны запорные автоматические

27 Клапаны, регулирующие поток, дроссели, фонтанные задвижки

30 Клапаны регулирования давления автоматические

31 Клапаны предохранительные для давления и вакуума, дыхательные клапаны

32 Клапаны нагнетательные

33 Клапаны дозирующие, регуляторы потока

35 Клапаны контрольные обратные угловые

36 Клапаны контрольные обратные с поворотным и наклонным затвором

37 Клапаны контрольные обратные тарельчатые

38 Клапаны контрольные обратные автоматические

40 Клапаны предохранительные подпружиненные

41 Клапаны предохранительные нагруженные и ненагруженные

42 Клапаны запорные с параллельными золотниками (задвижками)

43 Клапаны с клиновым затвором, клиновые задвижки

44 Клапаны термостатические расширяющиеся

45 Клапаны термостатические автоматические

46 Клапаны поплавковые автоматические

47 Клапаны нормирующие самозакрывающиеся

48 Клапаны с сильфонным уплотнением

49 Клапаны отводящие и собирающие

50 Клапаны пропорциональные электронные

36-06.2 – 00 Клапаны, краны и арматура трубопроводная (фитинги) металлические (продолжение)

01 Клапаны управляющие шаровые

02 Клапаны управляющие дроссельные

03 Клапаны управляющие игольчатые

04 Клапаны управляющие мембранные

05 Клапаны управляющие с одним каналом

06 Клапаны управляющие с двумя каналами

07 Клапаны управляющие с вращающимся каналом

08 Клапаны управляющие высокотемпературные

09 Клапаны управляющие для высокого давления

10 Клапаны управляющие для газа
11 Клапаны управляющие для жидкого топлива
12 Клапаны управляющие для пара
14 Клапаны управляющие для воздуха
15 Клапаны управляющие для суспензий, шламов и абразивных растворов
17 Краны пробковые смазываемые
18 Краны пробковые сферические
19 Краны пробковые конические
20 Краны пробковые угловые
23 Клинкеты
24 Клапаны с противовзрывным ограждением
25 Клапаны дроссельные
26 Клапаны (гребенки) распределительные
27 Клапаны контрольные обратные для газов
28 Клапаны направляющие распределительные для газов
31 Клапаны для сжиженных газов
32 Клапаны редукционные для газов
33 Клапаны регулирования давления для газов
34 Клапаны для газов под низким давлением
35 Клапаны для газов под высоким давлением
36 Клапаны для магистральных газопроводов
37 Клапаны для газовых баллонов
38 Клапаны предохранительные для газов
39 Клапаны и арматура для газовых приборов
40 Клапаны запорные газонепроницаемые
41 Клапаны газозащищенные для резервуаров
42 Клапаны для газовых счетчиков
46 Клапаны для магистральных водопроводов
47 Клапаны редукционные для воды
48 Клапаны для воды, работающие при низком давлении
49 Клапаны для воды, работающие при высоком давлении
50 Клапаны водосберегающие
51 Клапаны для счетчиков воды
52 Клапаны для установок умягчения воды
53 Клапаны наполнительные для систем водоснабжения
54 Клапаны предохранительные для резервуарных водонагревателей

36-06.3 – 00 Клапаны, краны и арматура трубопроводная (фитинги) металлические (продолжение)

01 Клапаны для твердых сыпучих веществ
02 Клапаны для пара
03 Клапаны для систем распределения пара
04 Клапаны редукционные для пара
05 Клапаны для пара низкого давления
06 Клапаны для пара высокого давления
07 Клапаны предохранительные для пара
08 Клапаны предохранительные для автоклавов и скороварок
10 Клапаны для котлов
11 Клапаны поворотные для гидроэлектрических систем
12 Клапаны редукционные для воздуха
15 Клапаны для агрессивных жидкостей
16 Клапаны для легковоспламеняющихся жидкостей
18 Клапаны для канализационных стоков
20 Клапаны с электромагнитным управлением
21 Клапаны электромагнитные взрывобезопасные
22 Клапаны с редукторным приводом
23 Клапаны с электронным управлением
25 Клапаны для вентилей (резъединителей) измерительных приборов
26 Клапаны для насосов
27 Клапаны для питьевых фонтанчиков
28 Клапаны, регулируемые температурой для душей
30 Клапаны смывные для туалетов
31 Клапаны для сантехники
32 Клапаны для домашних радиаторов
33 Клапаны для систем центрального отопления
35 Клапаны для пожарных гидрантов и напорных труб
36 Клапаны для огнетушителей
37 Клапаны аварийного отключения для работ на шельфе
38 Клапаны для автомобильных и железнодорожных цистерн
39 Клапаны для нефтепроводов
40 Клапаны пожаробезопасные для нефтяных и газовых установок

41 Клапаны с электроприводом для систем пожарной защиты
42 Клапаны пожаробезопасные для жидкотопливных (мазутных) систем
43 Клапаны нагнетательные для грузовых контейнеров
45 Клапаны для автомобильной промышленности
46 Клапаны для пищевой промышленности и производства напитков
47 Клапаны для производства вина и сидра
48 Клапаны для пивоварения
50 Клапаны для молочной промышленности
51 Клапаны для фармацевтической промышленности
52 Клапаны для химической промышленности
53 Клапаны для лабораторий
54 Клапаны для ядерных установок

36-06.4 – 00 Клапаны, краны и арматура трубопроводная (фитинги) металлические (продолжение)

01 Клапаны аэрозольные
03 Паровые свистки
05 Диски предохранительные, разрывные мембраны устройств высокого давления
06 Арматура для баллонов со сжатым газом
07 Соединительные устройства заправочные для холодильников
10 Клапаны и краны литые чугунные
11 Клапаны и краны из стали
12 Клапаны и краны из нержавеющей стали
13 Клапаны и краны из бронзы
14 Клапаны и краны из латуни
15 Клапаны и краны из твердого свинца
16 Клапаны и краны литые титановые
17 Клапаны и краны из легких сплавов
20 Клапаны и краны плакированные
21 Клапаны и краны с внутренней облицовкой
22 Клапаны и краны высокотемпературные
25 Клапаны и краны поплавковые
26 Клапаны и краны поплавковые автоматические

28 Клапаны и краны сферические
29 Краны байпасные (перепускные)
30 Краны сливные
32 Клапаны и краны смесительные
33 Клапаны и краны смесительные термостатические
35 Краны откачивающие, сливные
36 Краны запорные
37 Краны пробковые для измерений, водомерные краны
40 Клапаны дренажные, спускные
41 Клапаны и краны быстродействующие
42 Клапаны и краны для сантехники
43 Клапаны и краны для сантехники, управляемые фотоэлементом
44 Клапаны и краны для сантехники, управляемые таймером
45 Клапаны и краны для сантехники с индивидуальным управлением
46 Клапаны и краны для гидротерапии
47 Клапаны и краны для холодильного оборудования
48 Клапаны для шлангов стиральных машин
49 Краны для ванн бытовые
50 Краны смесительные бытовые
51 Клапаны и краны для лабораторий

36-06.5 – 00 Клапаны, краны и арматура трубопроводная (фитинги) металлические (продолжение)

01 Краны пробковые для воды
02 Краны пробковые для газа
03 Краны пробковые для магистральных газопроводов
05 Краны пробковые для агрессивных жидкостей
09 Краны пробковые автоматически закрывающиеся для нефти и легковоспламеняющихся жидкостей
10 Краны пробковые для отопительных установок
13 Краны для высоковязких веществ
14 Клапаны для газовых плит и отопительных приборов
15 Краны для трубопроводов со сжатым газом
16 Краны для газовых баллонов

20 Клапаны и краны для пищевой промышленности и производства напитков

21 Клапаны и краны для производства вина и сидра

22 Клапаны и краны для пивоварен

23 Клапаны и краны для молочной промышленности

24 Клапаны и краны для химической промышленности

25 Клапаны и краны для ядерной энергетики

30 Краны для насосов

35 Детали клапанов

36 Кулачки, заслонки и головки для кранов и клапанов

38 Шары для кранов и клапанов

39 Тарелки, сальники клапанов

41 Поплавки для шаровых клапанов

42 Комплекты для переборки кранов

36-09.0 – 00 Уплотнения, набивки и прокладки металлические

01 Уплотнения, прокладки и набивки

02 Прокладки металлопластиковые

03 Прокладки резаные, вырубные

04 Уплотнительные кольца (в том числе из материалов с металлической связкой)

05 Кольцевые уплотнения из льна и металла

06 Прокладки биметаллические

07 Масляные набивки

08 Масляные уплотнения

10 Материалы прокладочные для стыков

11 Материалы прокладочные для стыков из минеральных волокон с медью

12 Листы прокладочные для стыков

14 Уплотнения магнитные

15 Уплотнения, прокладки, набивки для гидравлики

16 Уплотнения для гидравлики

17 Уплотнения, прокладки, набивки для высоких давлений

18 Материалы прокладочные для стыков высокого давления

19 Набивки для стыков низкого давления
20 Уплотнения упругие высокотемпературные
21 Материалы прокладочные для стыков высокотемпературные
22 Набивки для работы при низких температурах
23 Уплотнения, прокладки, набивки регулируемые
24 Набивки плетеные
25 Уплотнения, прокладки и набивки спиральные (литые или намотанные)
26 Уплотнительные кольца с прямоугольным сечением
27 Уплотнительные кольца с квадратным сечением
28 Уплотнительные кольца со специальным сечением
29 Уплотнения, прокладки и набивки радиальные
30 Уплотнения механические торцовые, уплотнительные кольца контактные, манжетные уплотнения подпружиненные
31 Уплотнения механические торцовые, разъемные кольца
32 Уплотнения механические осевые
33 Уплотнительные кольца с V-образным профилем
34 Уплотнения механические для сухого природного газа
35 Материалы прокладочные, стойкие к химическому воздействию
36 Уплотнения огнестойкие типа металл–металл
38 Набивки сальниковые
39 Прокладки с кулачковым профилем
40 Прокладки для свечей зажигания
41 Прокладки для криогенного оборудования
43 Уплотнения для валов
44 Уплотнения ячеистые для газовых турбин и авиадвигателей
45 Уплотнения для измерительных приборов
46 Уплотнения с грязесъемным устройством кулачкового типа для цилиндров
47 Уплотнения непроницаемые для паров для нефтехимических хранилищ
48 Уплотнения для подшипников
49 Уплотнения щеточного типа
50 Набивки для пара высокого давления
51 Материалы уплотнительные для пара и перегретого пара
52 Материалы уплотнительные для воды
54 Уплотнения механические патронного типа
55 Уплотнения двойные механические

В целом можно отметить нацеленность международной стандартизации арматуры на обеспечение безопасности технологических систем, в которых она функционирует. Уделяется внимание систематизации основных терминов и конструктивных исполнений арматуры, показателям надежности, правилам испытаний арматуры, строгому выполнению требований к параметрам материалов, взаимозаменяемости арматуры по присоединительным (монтажным) параметрам [1].

Метрологическое обеспечение арматуры. Под метрологическим обеспечением понимают установление и применение технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Метрологическое обеспечение помогает решать множество задач производственного характера. Без точной и объективной измерительной информации невозможно обеспечить эффективность производства и высокое качество арматуры [24].

К измерительной информации предъявляются следующие требования: результаты измерений должны быть выражены в "узаконенных" единицах, погрешность выполняемых измерений должна быть известна и не должна превышать допускаемых значений [15, 17].

Организационной основой метрологического обеспечения является *государственная* служба. Техническими основами метрологического обеспечения являются: система государственных эталонов единиц физических величин; система разработки, постановки на производство и выпуска в обращение рабочих средств измерений; система государственных испытаний и метрологической аттестации средств измерений; система государственной поверки средств измерений.

Основные задачи метрологического обеспечения арматуростроения следующие:

1. Разработка методических и организационных основ метрологического обеспечения при управлении качеством продукции.
2. Планирование и проведение государственных испытаний средств измерений, утверждение типов средств измерений, допущенных к применению.
3. Государственная поверка средств измерений, надзор за производством, состоянием, применением и ремонтом средств измерений и соблюдением метрологических правил.
4. Развитие и совершенствование НТД в области метрологического обеспечения, охватывающей все основные виды деятельности в сфере метрологического обеспечения, создающей нормативную основу обеспечения единства и требуемой точности измерений.

Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации – это анализ и оценка принятых технических решений по выбору параметров, подлежащих измерению, установлению норм точности и обеспечению методами и средствами измерений при разработке, изготовлении, испытании, эксплуатации и ремонте арматуры. Она должна проводиться с целью обеспечения эффективности измерений при контроле изделий и осуществляться на различных стадиях разработки документации.

При этом, основными задачами метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации на арматуру являются:

– определение оптимальной номенклатуры измеряемых параметров;

– оценка обеспечения конструкцией изделия возможности контроля необходимых параметров;

– установление соответствия показателей точности измерений требованиям эффективности и достоверности контроля и взаимозаменяемости;

– установление соответствия показателей точности измерений требованиям обеспечения оптимальных режимов технологических процессов;

– выявление возможности преимущественного применения автоматизированных средств измерений, оценка обеспечения применяемыми средствами измерений минимальной трудоемкости и себестоимости контрольных операций при заданной точности.

Средство измерения (*СИ*) – это средство, предназначенное для измерений, вырабатывающее сигнал (показание), несущий информацию о значении измеряемой величины, или воспроизводящее величину заданного размера. СИ представляют собой конструктивно законченные изделия, предназначенные для измерений.

СИ, предназначенные для воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров другим СИ, являются образцовыми. Все остальные СИ – рабочими. С их помощью выполняют измерения при контроле качества продукции.

Наиболее важными техническими характеристиками СИ являются их метрологические характеристики, влияющие на результаты и погрешности измерений. Метрологические характеристики нормируются для нормативных или рабочих условий применения СИ.

Для определения погрешностей СИ и установления пригодности к применению проводят их поверку. В состав средств поверки входят образцовые и вспомогательные средства.

Для экспертизы технической документации на СИ, определения степени соответствия установленным нормам, современному техническому

уровню и целесообразности производства применяют государственные испытания СИ. ГОСТ 8.383[1] устанавливает два вида государственных испытаний: приемочные и контрольные.

Использование измерительной техники является одним из важнейших направлений совершенствования метрологического обеспечения арматуростроения [6, 24]. Экономическая эффективность внедрения СИ определяется, в первую очередь, улучшением качества получаемой измерительной информации, что непосредственно влияет на качество изготовляемой продукции. Улучшая метрологические и технические характеристики новых СИ, повышают достоверность и полноту измерительной информации об исследуемой арматуре. В каждом конкретном случае внедрение СИ требует экономического обоснования целесообразности осуществления дополнительных затрат.

Следует различать метрологическую экспертизу и метрологический контроль.

Метрологический контроль – это оценка принятых технических решений метрологических задач сравнением с конкретными требованиями к объекту экспертизы. Метрологический контроль осуществляют работники метрологических служб и специально подготовленные нормоконтролеры [17].

Метрологический контроль может осуществляться *инструментальным* или *экспертным* методами.

Инструментальный метод контроля с использованием СИ называется *техническим контролем* (см. гл. 3). Технический контроль по степени участия оператора в контрольных операциях может быть ручным, автоматизированным (полуавтоматическим) и автоматическим. Отличительным признаком при такой классификации служит отношение времени $t_р$, затрачиваемого на ручные операции, к общему (суммарному) времени контроля t_Σ. Если $t_р / t_\Sigma > 0{,}5$, то контроль считается *ручным*. Если $0{,}02 \le t_р / t_\Sigma \le 0{,}5$, то контроль считается *полуавтоматическим*. Если $t_р / t_\Sigma < 0{,}02$, то контроль считается *автоматическим*. Целесообразность автоматизации контроля возрастает с увеличением объема выпускаемой арматуры.

Экспертный метод контроля применяется тогда, когда технический контроль невозможен или экономически нецелесообразен.

---

[1] Здесь и далее год издания стандартов не указывается.

Разновидностью экспертного метода считается *органолептический контроль*. Часто органолептический контроль сочетается с инструментальным (техническим). Такой контроль называется *комбинаторным*. Например, в большинстве видов технического контроля арматуры есть такая операция, как внешний осмотр, т.е. фактически визуальный (органолептический) контроль.

Классификация видов контроля представлена на рис. 1.1.2.

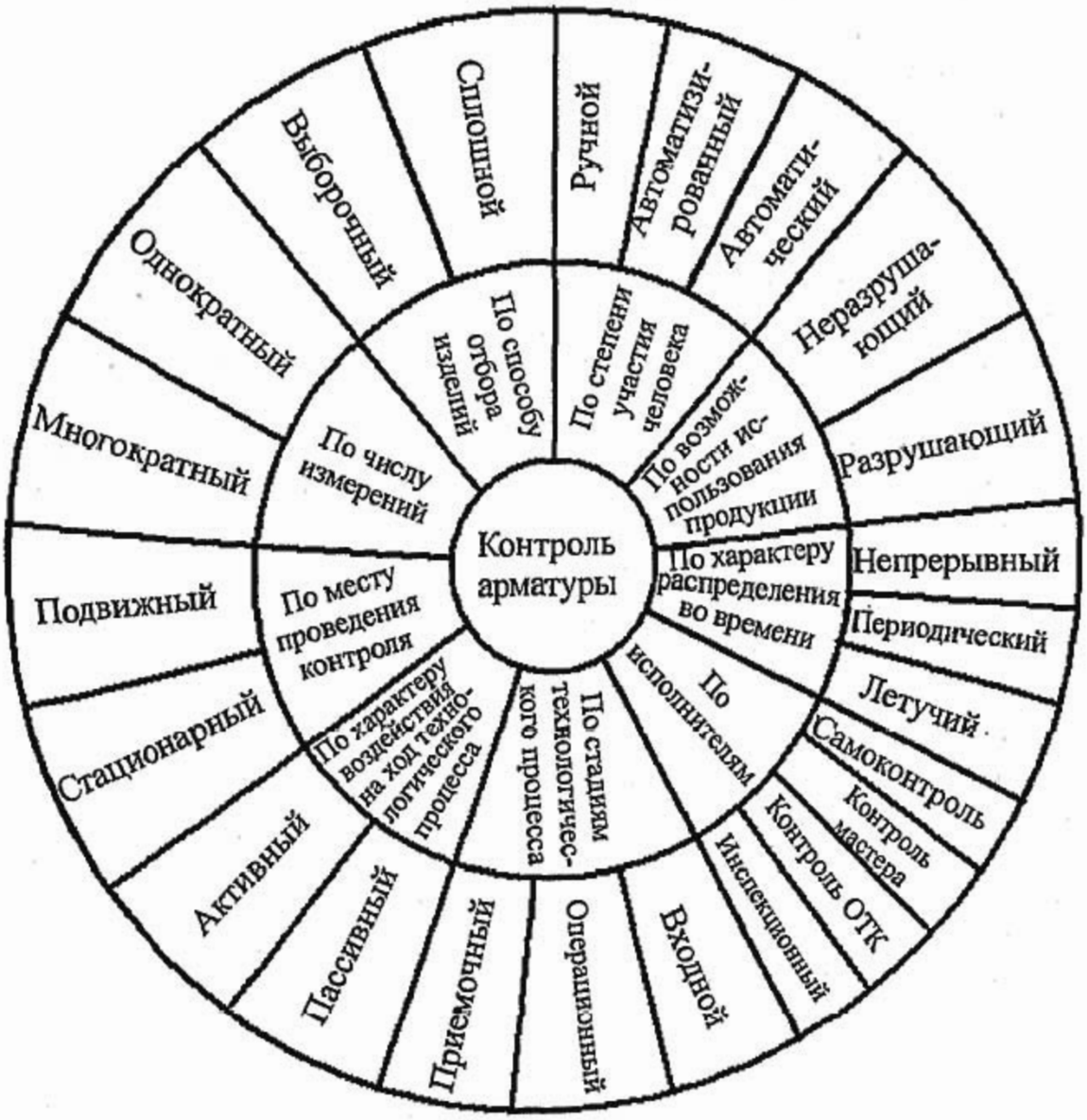


Рис. 1.1.2. Классификация видов контроля арматуры

Оптимизация параметров изделий арматуростроения на базе математического моделирования. При выполнении основных функций улучшения качества арматуры устанавливают нормы, параметры и допуски создаваемых изделий [6, 7, 24]. Для этого используют системы оптимизации параметров изделий.

Уровень совершенства используемых систем оптимизации решающим образом влияет на качество продукции и является важным показателем научно-технического потенциала арматуростроения. Чем больше новизны в разрабатываемой арматуре, чем прогрессивнее специализация производства, тем больше эффективность внедрения более совершенных систем оптимизации.

Создание и совершенствование системы оптимизации изделий предполагает следующее:

– улучшение системы оценки технико-экономического уровня разрабатываемых и выпускаемых изделий, существенное сокращение сроков создания и освоения новой или востребуемой арматуры;

– доведение до оптимального предела показателей, не входящих в технические регламенты на арматуру при одновременном уменьшении металлоемкости, энергоемкости и снижении стоимости на единицу конечного полезного эффекта.

В настоящее время имеются методическая и техническая базы для разработки и внедрения совершенных систем оптимизации параметров изделий арматуростроения [6, 17, 24], а именно:

– математическое моделирование;

– методы, принципы и опыт разработки продукции, технологических процессов и НТД на них;

– сеть ЭВМ с соответствующими средствами обеспечения.

Практический опыт привел прикладную математику к широкому использованию математического моделирования. В сущности, *математическое моделирование* – это конкретное отражение процесса управления – от момента абстрагирования до внедрения полученных знаний в практику. Математическое моделирование предназначено для изучения структуры, функционирования и прогнозирования, оптимизации параметров изделия, теоретическое и экспериментальное исследование которых традиционными методами затруднено или невозможно [6]. Его применение становится насущной необходимостью, так как во много раз сокращаются сроки и стоимость исследований арматуры, число занятых в нем инженеров, рабочих, повышается обоснованность принимаемых решений.

Сертификация систем качества. Предприятия и фирмы, строящие свою деятельность в области менеджмента качества в соответствии со стандартами ИСО серии 9000:2000, заинтересованы в сертификации своих систем. Сертификат соответствия системы качества, выданный третьей стороной, документально подтверждает, что система качества соответствует стандарту ИСО и свидетельствует о потенциальной способности фирмы стабильно производить качественную продукцию. Наличие сертификата избавляет предприятие от процедуры проверки со стороны заказчиков (см. гл. 4).

Для заказчика наличие у предприятия (продавца) сертификата является решающим фактором при выборе поставщика, но не исключает возможности потребовать от него подтверждения мероприятий по обеспечению качества.

Сертификат на систему качества следует отличать от декларации и сертификата соответствия на продукцию, подтверждающих соответствие качества определенного вида продукции установленным требованиям, рекомендациям, условиям.

Сертификация систем качества, основанная на соответствии стандартам ИСО серии 9000:2000, предусматривает проверку всех подразделений и служб предприятия и его работников. При этом производится оценка не только качества продукции, а возможности его обеспечения предприятием в целом.

В странах ЕС существует специализированный Европейский комитет по оценке систем качества и сертификации (EQS), работающей совместно с группой представителей высшего руководства национальных организаций по стандартизации. Основными направлениями деятельности EQS являются:

– установление многократной проверки и сертификации системы качества;

– повышение уровня доверия к проверке и сертификации систем качества, проводимых третьими компетентными организациями.

1.2. КВАЛИМЕТРИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

Под промышленной продукцией понимается материализованный результат трудовой деятельности, обладающий полезными свойствами и предназначенный для использования потребителями в целях удовлетворения их потребностей. Вся промышленная продукция для оценки ее качества разделена на два класса (рис. 1.2.1): расходуемая при использовании и расходующая свой ресурс. Арматура относится ко второму классу, к неремонтируемым изделиям (группа 4) или к ремонтируемым изделиям (группа 5).



Рис. 1.2.1. Арматура в классификации промышленной продукции

Отечественная промышленная продукция первого класса занимает достаточно высокое место на мировом рынке; продвижение продукции второго класса, кроме многих внешних и внутренних факторов, сдерживается низким и нестабильным качеством изделий. Это в полной мере относится и к трубопроводной арматуре.

Квалиметрический аспект категории качества арматуры. Область, объединяющая количественные методы оценки качества, используемые для обоснования решений, принимаемых при обеспечении, управлении, улучшении качества продукции и стандартизации, называется ***квалиметрией***. Основные задачи квалиметрии – определить номенклатуру необходимых показателей качества изделий и их оптимальные значения, а также разработать методы количественной оценки качества, создать методики учета изменения качества во времени [2].

В квалиметрической оценке качества арматуры различают понятия свойств и показателей качества изделий.

Технико-экономическое понятие "качество продукции" в отличие от философского понятия "качество" охватывает только те свойства продукции, которые связаны с возможностью удовлетворения ею определенных потребностей в соответствии с ее назначением. Под свойством продукции понимают объективную особенность продукции, которая может проявляться при ее создании и эксплуатации. Свойства изделий ар-

матуростроения обусловлены их структурой, внешними и внутренними связями элементов. Они обнаруживаются, видоизменяются и формируются при взаимодействии с другими элементами систем. Свойства изделий относительны, поэтому они изучаются во взаимозависимости от многих факторов.

Понятие "качество продукции" является сложным и при удовлетворении продукцией определенных потребностей включает большое многообразие свойств изделий, подразделяемых на свойства основной и вспомогательной функций изделий. Под свойствами основной функции понимают свойства, определяющие такое состояние изделия, при котором оно способно выполнять служебные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных НТД. К ним относят свойства отдельных изделий арматуры (безопасность, надежность), а также свойства совокупности изделий арматуры (взаимозаменяемость, стабильность).

Квалиметрический аспект категории качества требует рассмотрения ее во взаимосвязи с такими системными понятиями, как свойство, структурность, количество, качество объекта и процесса.

Процессный подход к качеству объекта. Развертывание принципа динамизма качества приводит к двум взаимосвязанным принципам: отражения и жизненного цикла [24]. Оба принципа углубляют содержание системности качества и определяют суть процессного подхода, положенного в основу стандартов ИСО 9000:2000.

Принцип отражения фиксирует отражение (перенос) качества процесса на качество результата, формирующегося на выходе этого процесса. Образуется триада – качество процесса (R_p), который протекает в определенной системе, а значит, определяет и качество функционирования этой системы (R_s), и качество результата, образующегося на «выходе» процесса и соответственно системы (R^r):

$$R_s \rightarrow R_p \rightarrow R^r .$$

Принцип отражения имеет смысл системного наследования: качество процесса продуцирует качество результата или, что то же самое, качество результата наследует качество процесса.

Жизненный цикл арматуры образует цикл ее качества. Он состоит из фаз-подциклов: проектирования, производства (изготовления), эксплуатации и др. [24].

Свойство объективно присуще самому изделию и проявляется тем или другим образом при его применении. Свойство как объективную

особенность изделия можно описывать качественно или количественно. Качественную или количественную характеристику любых свойств или состояний продукции называют признаком продукции. Количественную характеристику одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество, рассматривая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления, называют показателем качества продукции (рис. 1.2.2).

Показатель качества, являясь внешним выражением свойства в конкретных условиях, позволяет судить о наличии самого свойства. При *изменении свойств* изделий *изменяются показатели качества.*

Группы показателей качества арматуры. Выбор показателей качества устанавливает перечень наименований количественных характеристик свойств продукции, входящих в состав ее качества и обеспечивающих оценку уровня качества продукции [13].

Обоснование выбора номенклатуры показателей качества арматуры производится с учетом:



Рис. 1.2.2. Признаки качества продукции

– назначения и условий использования изделий;
– требований потребителей арматуры;
– задач управления, улучшения и обеспечения качества продукции;
– состава и структуры характеризуемых свойств;
– основных требований к показателям качества.

Основные направления определения состава и структуры характеризуемых свойств отражает классификация показателей, применяемых при оценке уровня качества арматуры.

По характеризуемым свойствам они могут быть единичными и комплексными (групповыми, обобщенными, интегральными). По способу выражения они могут быть в натуральных и стоимостных единицах. По оценке уровня качества – базовыми, относительными. По стадии определения – прогнозируемыми, проектными, производственными, эксплуатационными.

По характеризуемым свойствам применяют следующие группы показателей: назначения, безопасности, надежности (безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтопригодности), эргономические, эстетические, технологичности, транспортабельности, стандартизации и унификации, патентно-правовые, экологические, экономические.

Показатели качества должны отвечать следующим основным требованиям:

– способствовать безусловному обеспечению соответствия качества продукции требованиям потребителей;
– быть стабильным;
– учитывать современные достижения технического прогресса в арматуростроении;
– характеризовать все свойства арматуры, обусловливающие ее пригодность удовлетворять требованиям целевого назначения.

Порядок выбора номенклатуры показателей качества арматуры предусматривает определение:

– типа и класса продукции;
– цели применения номенклатуры показателей качества продукции;
– исходной номенклатуры групп показателей качества;
– исходной номенклатуры показателей качества по каждому типу, классу;
– метода выбора номенклатуры показателей качества.

Тип и класс продукции устанавливаются на основании классификаторов арматуры по назначению и условиям применения [9, 10]. При этом важно использование единых терминов и определений [9].

Цели применения номенклатуры показателей качества продукции устанавливаются в соответствии с задачами улучшения, обеспечения, планирования и контроля качества арматуры.

Применяемость групп показателей качества продукции приведена в табл. 1.2.1 (также см. рис. 1.2.1). В зависимости от специфических особенностей продукции и условий ее изготовления и использования некоторые из указанных групп показателей качества продукции могут отсутствовать. Для арматуры, как неремонтируемым и ремонтируемым изделиям, присущи все группы показателей качества.

Показатели назначения характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции, для выполнения которых она предназначена, и обусловливают область ее применения. Для изделий арматуростроения характерны два вида функциональных показателей назначения:

- герметичность затвора арматуры Q;
- пропускная способность затвора арматуры K_v.

Таблица 1.2.1

Группы показателей качества	Группы продукции				
	1	2	3	4	5
Показатели назначения	•	•	•	•	•
Показатели надежности:					
безотказности	–	–	–	•	•
долговечности	–	–	–	•	•
ремонтопригодности	–	•	•	–	•
сохраняемости	•	•	•	•	•
Показатели экологические	•	•	•	•	•
Показатели безопасности	•	•	•	•	•
Показатели технологичности	•	•	•	•	•
Показатели транспортабельности	•	•	•	•	•
Показатели стандартизации и унификации	–	–	•	•	•
Показатели патентно-правовые	–	•	•	•	•
Показатели экономические	–	–	–	•	•

Первый вид показателей назначения относится к арматуре запорной, защитной и предохранительной. Второй вид показателей характеризует регулирующую и предохранительную арматуру. Как видим, для предохранительной арматуры присущи показатели назначения обоих видов [6].

Показатели надежности. Надежность является одним из основных показателей свойств промышленной арматуры. Она зависит от условий эксплуатации: давления, температуры, вида среды, механических (циклических) воздействий и др. Непрерывно возрастает сложность и интенсивность режимов работы арматуры, повышается ответственность выполняемых функций. Чем ответственнее функции, тем выше должны быть требования к надежности. Это относится, в первую очередь, к целевой арматуре. Недостаточная надежность арматуры приводит к большим затратам на ремонт и поддержание работоспособности при эксплуатации.

Термины и определения в области надежности относятся к техническим объектам, под которыми понимается предмет определенного целевого назначения, рассматриваемый в периоды проектирования, производства, исследований и испытаний на надежность, эксплуатации. Объектами могут быть изделия, системы и их элементы (установки, аппараты, трубопроводы, арматура) и отдельные детали.

Надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность объекта в зависимости от назначения и условий его применения включает безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость. Для конкретных объектов и условий их эксплуатации эти свойства имеют различную относительную значимость. Например, для некоторой неремонтируемой арматуры основным свойством является безотказность, для ремонтируемых – ремонтопригодность. К параметрам, характеризующим способность выполнять требуемые функции, относят кинематические и динамические параметры, показатели точности функционирования, производительности, скорости срабатывания и др. Со временем значения этих параметров могут изменяться. При изменениях, превышающих допустимые пределы (нормы), происходит переход арматуры в неработоспособное состояние. Количественно надежность объекта оценивают с помощью показателей, которые выбирают и определяют с учетом особенностей арматуры, режимов и условий ее эксплуатации и последствий отказов.

Безотказность – свойство арматуры непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.

К показателям безотказности арматуры относятся: вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, средняя наработка до отказа.

Долговечность – свойство арматуры сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Объект может перейти в предельное состояние, оставаясь работоспособным, если, например, его применение станет недопустимым по требованиям безопасности и экономичности. К показателям долговечности арматуры относятся: полный назначенный ресурс, полный средний ресурс; средний ресурс до ремонта; полный назначенный срок службы; средний срок службы до ремонта и др.

Ремонтопригодность – свойство арматуры, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

На ремонтопригодность влияют конструктивные особенности арматуры и ее узлов; доступ к контрольным узлам и местам регулировки; полнота сопроводительной документации. Ремонтопригодность тесно связана с технологичностью конструкций изделий [27]. К показателям ремонтопригодности относятся: вероятность восстановления работоспособного состояния; среднее время восстановления работоспособного состояния; средняя трудоемкость ремонта и технического обслуживания.

Сохраняемость – свойство арматуры сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности в течение и после хранения или транспортирования.

Основным показателем сохраняемости является средний срок сохраняемости. Срок сохраняемости – это календарная продолжительность хранения или транспортирования объекта, в течение и после которой сохраняются значения показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности в установленных пределах. К показателям сохраняемости технических объектов относится гамма-процентный срок сохраняемости, т.е. срок сохраняемости, достигаемый с заданной вероятностью, выраженной в процентах.

Сохраняемость арматуры характеризуется ее способностью противостоять отрицательному влиянию условий и продолжительности хранения и транспортирования на ее безотказность, ремонтопригодность и долговечность. Сохраняемость представляют в виде двух составляющих: одна проявляется во время хранения, а другая – при эксплуатации объекта после хранения или транспортирования.

Продолжительное хранение для большинства исполнений арматуры отрицательно влияет на ее последующее применение. Вторая составляющая сохраняемости имеет существенное значение. Следует различать сохраняемость арматуры до ввода в эксплуатацию и сохраняемость объекта в период эксплуатации при перерывах в работе. Во втором случае срок сохраняемости входит в срок службы.

В зависимости от особенностей и назначения объекта срок сохраняемости арматуры до ввода в эксплуатацию может включать срок сохраняемости в законсервированном виде, срок монтажа и срок хранения в другом законсервированном более сложном объекте.

Показатели надежности могут иметь размерность (например, наработка на отказ) или не иметь (например, вероятность безотказной работы), могут быть единичными и комплексными. Единичный показатель надежности характеризует одно из свойств, а комплексный – несколько свойств, составляющих надежность арматуры.

Показатели экологические характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при эксплуатации арматуры.

При выборе экологических показателей руководствуются требованиями, выполнение которых в отношении к трубопроводной арматуре обеспечивает поддержание рационального взаимодействия между деятельностью технологической системы и окружающей среды, а также предупреждения прямого и косвенного вредного влияния результатов эксплуатации арматуры на окружающую среду.

Учет экологических показателей должен обеспечить [13]:

– ограничение поступлений в природную среду промышленных, транспортных и бытовых сточных вод, в том числе за счет разгерметизации арматуры;

– сохранение и рациональное использование биологических ресурсов, геофонда.

Для обоснования необходимости учета экологических показателей при оценке качества продукции проводится анализ процесса эксплуатации арматуры по внешней и внутренней герметичности [6, 24] для транспортируемых через нее токсичных, взрыво- и пожароопасных сред. При этом экологические показатели при выявлении вредных воздействий следует в обязательном порядке включать в номенклатуру показателей, применяемых для оценки качества целевой арматуры.

К экологическим показателям относятся: содержание вредных примесей, попадающих в окружающую среду, вероятность выбросов вредных частиц, газов, излучений при хранении, транспортировании, эксплуатации продукции.

При оценке уровня качества арматуры с учетом экологических показателей необходимо исходить из требований (норм) по охране окружающей среды. Эти требования и нормы определяются:

– техническими регламентами, стандартами, рекомендациями, правилами ИСО и других международных организаций, занимающихся вопросами охраны природы;

– принятыми международными техническими регламентами и нормами;

– системой национальных стандартов в области охраны и улучшения использования природных ресурсов и другими нормативными документами в этой области.

Показатели безопасности характеризуют безопасность человека (обслуживающего персонала) при эксплуатации, монтаже, обслуживании, ремонте, хранении и транспортировании арматуры.

Показатели безопасности должны отражать требования, обусловливающие меры и средства защиты человека от механических, электрических, тепловых воздействий, ядовитых и взрывчатых паров, радиоактивных излучений и других факторов в условиях аварийной ситуации.

Примерами показателей безопасности арматуры могут служить: вероятность безопасной работы человека в течение определенного времени; время срабатывания защитных устройств; сопротивление изоляции токоведущих частей, с которыми возможно соприкосновение человека, и другие показатели.

При оценке уровня качества продукции с учетом показателей безопасности необходимо исходить из требований (норм) по безопасности.

Требования и нормы безопасности человека определяются:

– системой технических регламентов и национальных стандартов по безопасности;

– правилами и нормами по технической безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии;

– стандартами, рекомендациями, правилами ИСО и других международных организаций по стандартизации, а также принятыми международными регламентами и нормами.

Показатели технологичности конструкции изделий характеризуют свойства состава и структуры или конструкции арматуры, определяющие ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и восстановлении для заданных значений показателей качества продукции, объема ее выпуска и условий выполнения работ.

К показателям технологичности относятся: удельная трудоемкость изготовления изделия; удельная материалоемкость изделия; коэффициент использования материалов; удельная энергоемкость изделия; средняя разовая оперативная трудоемкость технического обслуживания (ремонта) данного вида; средняя разовая оперативная продолжительность технического обслуживания (ремонта) данного вида и др. [7, 27].

Показатели транспортабельности характеризуют приспособленность арматуры к транспортированию.

К показателям транспортабельности арматуры относятся:

– средняя продолжительность подготовки к транспортированию;

– средняя трудоемкость подготовки к транспортированию;

– средняя продолжительность установки на средство транспортирования определенного вида;

– коэффициент использования объема средства транспортирования;

– средняя продолжительность выгрузки партии арматуры из средств транспортирования определенного исполнения.

К подготовительным операциям, предшествующим транспортированию, относятся упаковка, погрузка, закрепление и т.п. Подготовка к транспортированию арматуры больших D_y может содержать также некоторые операции подготовки соответствующих транспортных средств.

К затратам на осуществление транспортирования относятся затраты, связанные с эксплуатацией транспортных средств.

К заключительным операциям относятся разгрузка арматуры, ее расконсервация и т.п. Сюда же могут относиться некоторые операции по переводу транспортных средств в исходное состояние.

Наиболее полно и всесторонне транспортабельность оценивается стоимостными показателями, позволяющими одновременно учесть материальные и трудовые затраты, квалификацию и количество людей, занятых работами по транспортированию, а также фактор времени.

Для оценки показателей транспортабельности необходимо иметь исходные данные, характеризующие процесс транспортирования, такие, как масса и объем единицы арматуры, габаритные размеры изделия, показатели сохраняемости продукции, предельно допустимые значения режимов транспортирования (предельная скорость движения транспорта и т.п.), нормы погрузочно-разгрузочных работ, коэффициент максимально возможного использования емкости или грузоподъемности транспортного средства при транспортировании данной арматуры.

Показатели стандартизации и унификации характеризуют насыщенность арматуры стандартными, унифицированными и оригиналь-

ными частями, а также уровень унификации с другими изделиями. Составными частями изделия являются входящие в него детали, сборочные единицы, комплекты и комплексы.

К стандартным относят составные части изделия, выпускаемые по национальным стандартам.

К унифицированным относят:

– составные части арматуры, выпускаемые по стандартам данного предприятия, если они используются хотя бы в двух различных изделиях, изготовляемых этим предприятием;

– составные части изделия, не изготовляемые на данном предприятии, а получаемые им в готовом виде как комплектующие;

– заимствованные составные части изделия, т.е. ранее спроектированные как оригинальные для конкретного изделия и примененные в двух и более изделиях.

Составные части можно заимствовать и у изделий, снятых с производства, при условии, что эти части отвечают современным требованиям.

К оригинальным относят составные части изделия, разработанные только для данного исполнения арматуры.

Патентно-правовые показатели характеризуют степень обновления технических решений, их патентную защиту, а также возможность беспрепятственной реализации арматуры за границей.

К патентно-правовым относятся показатели: патентной защиты, патентной чистоты, территориального распространения.

Показатель патентной защиты выражает степень защиты изделия патентами.

Показатели экономические. При оценке уровня качества продукции необходимо учитывать экономические показатели, характеризующие затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию арматуры.

Примерами экономических показателей служат затраты на изготовление и испытания опытных образцов, себестоимость изготовления арматуры, затраты на расходные материалы при ремонте арматуры.

Экономические показатели – особый вид показателей оценки качества арматуры, так как они взаимосвязаны практически со всеми классификационными группами показателей (назначения, надежности, безопасности, технологичности конструкции изделий и др.). Так, показатели стандартизации и унификации, кроме связи с себестоимостью изделия, оказывают влияние на возможность серийного производства изделий, патентно-правовые показатели позволяют определить экономическую целесообразность доработки изделия и доведения его до надлежащего

уровня патентной чистоты, с их помощью определяется ряд показателей технологичности, ремонтопригодности и др.

Эффект от улучшения качества продукции определяется путем суммирования общей экономии за весь срок службы, которую дает использование арматуры улучшенного качества (см. гл. 4).

Показатели назначения, надежности, безопасности, технологичности конструкции изделий и экономические показатели трубопроводной арматуры целевого специального и общепромышленного назначения рассмотрены далее в пп. 1.2.1–1.2.3.

Алгоритм квалиметрии качества арматуры. Технические условия (ТУ) на арматуру определяют в технических регламентах и стандартах требования к качеству продукции. В ТУ на изделия, наряду с другими, вводят два обязательных указания: номинальный размер и требования к точности. Номинальный размер вводится для проведения общей идентификации, допуск ограничивает отклонения изделия от показателя качества.

На практике технический контроль функциональных параметров в основном связан с контролем отклонений, а поэтому значительная часть ТУ устанавливает допуски, обеспечиваемые при производстве и ремонте. Назначение допусков сталкивается со следующими трудностями [6, 15]: противоречивостью проблемы допусков; стимулированием уменьшения допуска; стимулированием увеличения допуска; функционально-технологическим синтезом регламентации допусков; экономической эффективностью качества изделия.

Рассмотрим эти проблемы подробнее.

1. Каждый допуск предполагает компромисс между функциональными и технологическими требованиями к арматуре.

Функциональные требования предусматривают:

– обеспечение технического состояния по заданной работоспособности в безотказный период;

– обеспечение качества функционирования изделия по потребительским свойствам (взаимозаменяемость, точность, стабильность, технологичность конструкции арматуры);

– устранение риска во избежание несчастных случаев;

– взаимозаменяемость при обслуживании и ремонте.

Технологические требования предполагают:

– управление технологической подготовкой производства (ТПП);

– управление технологическим процессом;

– автоматизацию традиционного жесткого и гибкого производства;

– взаимозаменяемое производство;

– создание фонда НТД и системы технического контроля (СТК).

Меньшие допуски повышают качество продукции и издержки производства; большие допуски, наоборот, снижают качество, но повышают экономичность. Постоянной проблемой является возможность сокращения издержек при неизменном уровне качества, либо улучшения качества при неизменных затратах для общепромышленной арматуры.

2. Фактор точности стимулирует уменьшение допуска, вызванное: повышением требований к надежности изделия; соблюдением взаимозаменяемости при эксплуатации; расширением использования технологической оснастки.

3. Увеличение допуска обусловливается производственной необходимостью: производственным планированием; разработкой и изготовлением; отладкой технологического оборудования; перезаточкой и установкой инструмента; ремонтом и заменой оснастки, инструмента; объемом выпуска изделий.

4. Проводится нормирование от допуска показателя качества до допуска геометрической точности детали. По результатам нормирования вводят допуск на текущий размер, как синтез отклонений размера и рельефа поверхности. Допуск на текущий размер назначается на параметр жесткой детали, сохраняющей размеры и форму при внешнем действии. Допуск на изделие согласуется с точностью измерения, как его составной части.

5. Назначение функциональной и технологической точности согласуется между собой и обусловливается экономически прибылью от продажи арматуры. При этом, под эффектом принято понимать результат действия, а под эффективностью – свойство создать эффект, результативность (рис. 1.2.3). Выбор основных показателей качества обязателен при квалиметрии качества – оценке уровня качества изделий.

Оценка уровня качества арматуры включает (рис. 1.2.4):

– выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой арматуры;

– определение значений этих показателей;

– сравнение их с базовыми значениями соответствующих показателей.

В данном разделе оценка уровня качества арматуры проводится с целью решения следующих задач:

– обоснованности отнесения изделия к арматуре целевого назначения;

– возможности реализации арматуры на внутреннем и внешнем рынках;



Рис. 1.2.3. Составляющие эффективности использования целевой арматуры

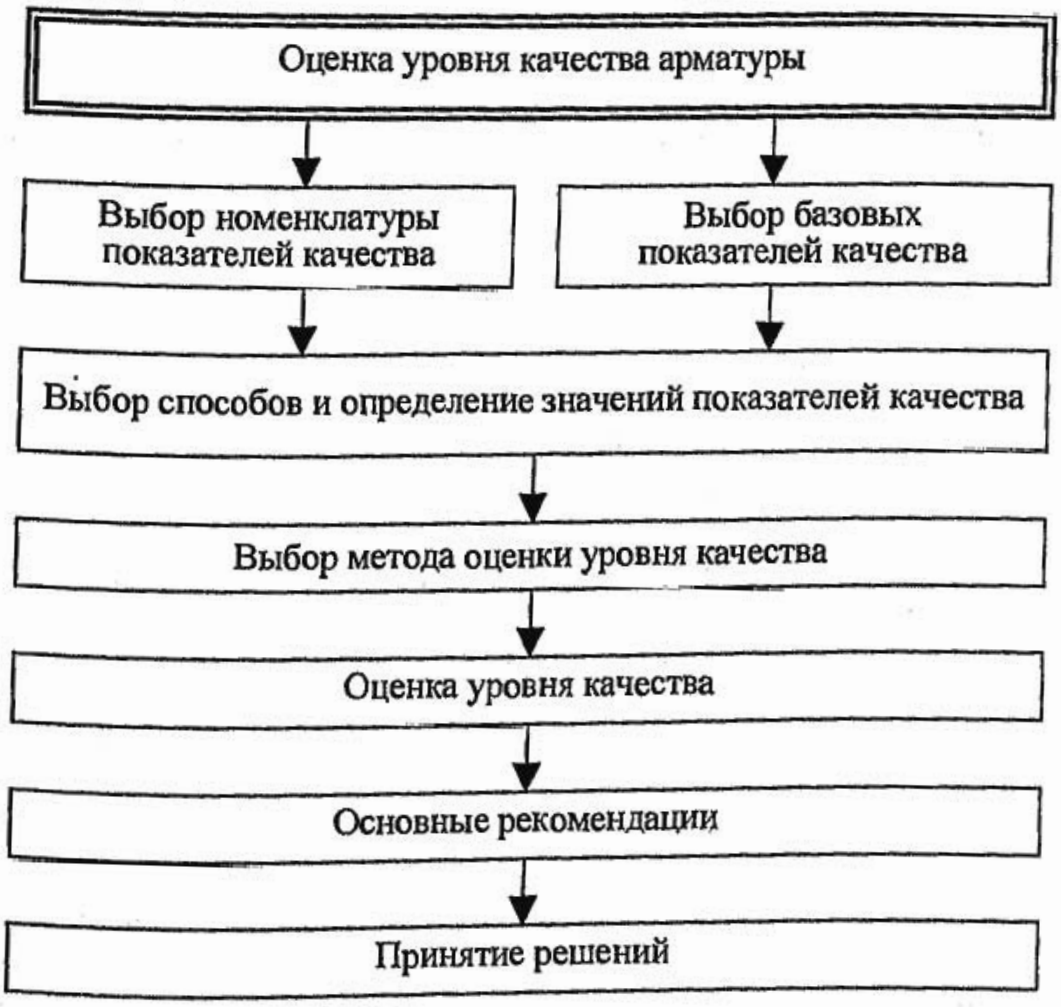


Рис. 1.2.4. Основные этапы квалиметрии целевой арматуры

– оценки научно-технического уровня действующих НТД;

– выбора лучших представителей арматуры по показателям экономичности.

Оценка уровня качества арматуры может производиться на различных стадиях ее жизненного цикла: проектирования, изготовления, эксплуатации [6, 7].

Большинство базовых показателей качества арматуры являются функциями ее параметров.

1.2.1. Оценка качества арматуры по показателям функциональной способности

Оценка функциональной способности арматуры проводится по нормативному уровню базовых показателей качества: назначения, надежности и безопасности, которые наиболее важны для целевой арматуры.

Оценка уровня качества арматуры по показателям назначения. ***Герметичность*** затвора арматуры должна быть в пределах функциональной нормы ($Q_ф$) и распространяться на весь срок ее службы. Функциональная герметичность $Q_ф$ складывается из производственной (технологической) $Q_т$ и эксплуатационной $Q_э$:

$$Q_ф = Q_т + Q_э.$$

Выбор норм производственной и эксплуатационной герметичности должен быть обоснован, иначе возникает противоречие интересов потребителя и изготовителя: изготовитель стремится увеличить производственную составляющую функциональной герметичности затвора [6, 7]. Технико-экономические расчеты позволяют при регламентации требований к арматуре установить оптимальные нормы на производственную герметичность.

Герметичность арматуры в целом характеризуется утечкой (протечкой) рабочей среды в окружающую атмосферу (внешняя герметичность) и проникновением среды из входного патрубка в выходной при закрытом положении запорного органа (внутренняя герметичность). ***Внутренняя герметичность*** является показателем функциональной способности арматуры по назначению, а ***внешняя герметичность*** – по безопасности и экологии. При этом, для запорной, защитной и предохранительной арматуры следует в обязательном порядке учитывать утечку через разъемное соединение герметизаторов затвора Q, подвижное сальниковое соединение $Q_с$, прокладочное или безпрокладочное соединение крышки и корпу-

са $Q_к$ и прокладочное или резьбовое соединение присоединительных патрубков арматуры с трубопроводом $Q_{фл}$ (рис. 1.2.5). Для регулирующей арматуры утечка через затвор Q является соподчиненным показателем, хотя существенно влияет на работоспособность технологических систем.

Оценку соответствия по герметичности затворов запорной арматуры проводят по ГОСТ 9544 "Арматура трубопроводная запорная. Нормы герметичности затворов", который является одним из первых отечественных стандартов, регламентирующих показатели качества на стадии изготовления [8]. В основу первых редакций стандарта был положен

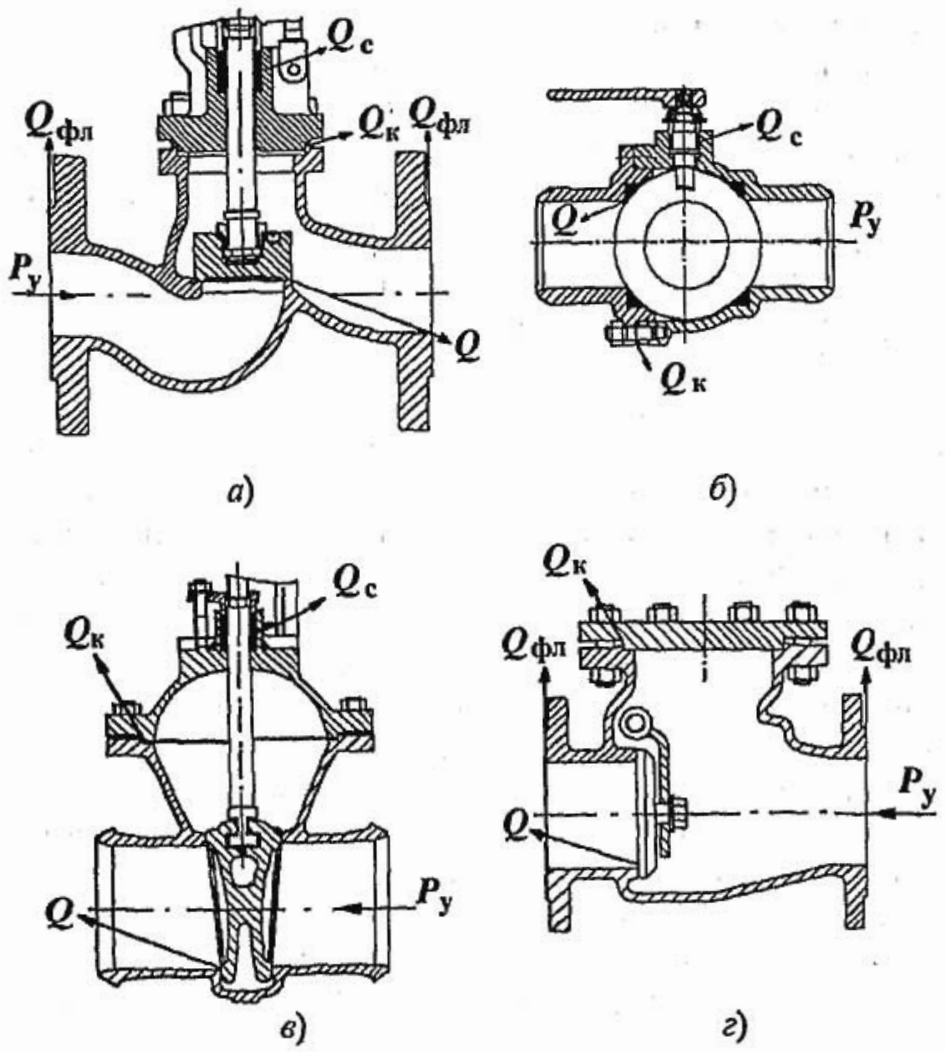


Рис. 1.2.5. Составляющие герметичности трубопроводной арматуры:
а – запорного клапана; *б* – шарового крана; *в* – клиновой задвижки; *г* – обратного поворотного клапана

функциональный принцип нормирования герметичности затвора запорной арматуры. Были выделены два основных класса герметичности, исходя из эксплуатационной характеристики среды – ее опасности или безопасности (редакция ГОСТ 9544-60); три класса – первый для взрывоопасной и токсичной сред, второй для пожароопасных сред и третий для остальных сред (редакция ГОСТ 9544-75).

Действующий ГОСТ 9544-93 имеет ряд принципиальных отличий.

Во-первых, в действующей редакции выделены четыре класса герметичности: A, B, C, D, вне зависимости от эксплуатационных характеристик среды. Это связано с тем, что действующий стандарт впервые не распространяется на специальную арматуру. Для целевой запорной арматуры это является положительным фактором: норма герметичности затвора при проведении испытаний новой или восстановленной арматуры зависит от конкретной эксплуатационной ситуации для специальной и приводится к ближайшему классу герметичности для общепромышленной арматуры на основе оптимизационных расчетов технологической составляющей функциональной герметичности $Q_т$ [7].

Во-вторых, в действующей редакции ГОСТ 9544, как и в редакции 1960 г., установлены нулевые нормы утечки среды. Если в ГОСТ 9544-60 они охватывали малые и средние условные проходы, то в ГОСТ 9544-93 они занимают целый класс А в трактовке "нет видимых протечек". Поскольку время испытаний общепромышленной запорной арматуры в условиях серийного производства ограничено, а стендовая база регламентируется лишь по погрешности измерений утечки (±0,01 см^3/мин – для утечек ≤ 0,1 см^3/мин и ±5 % – для утечек > 0,1 см^3/мин), затворы изделий, выдержавшие испытания на герметичность по классу А, будут пропускать среду в виде стекающих и вновь образующихся за счет росы капель. При этом установлено, что такого вида "нулевая" утечка достигает 0,1 см^3/мин для клиновых задвижек D_y 50 мм и 1 см^3/мин – для D_y 500 мм [8]. А это уже норма класса С, т.е. условие класса А не может быть выполнено. Трактовка "нет видимых протечек" ориентирует испытания по классу А на визуальный контроль, а это ниже уровня количественного контроля, предписанного для классов В, С и D.

В-третьих, в действующей редакции, как и в редакции 1960 г., нормы утечек не учитывают давление среды. Известно, что утечка жидкой среды прямо пропорциональна росту давления [6, 24]. Учитывая, что ГОСТ 9544-93 распространяется на все виды запорной арматуры, при испытании арматуры, например, p_y = 6,4 МПа, имеем "ужесточенную" норму утечки, а p_y = 0,1 МПа – "расширенную".

В-четвертых, действующий стандарт устанавливает максимально допустимые утечки ниже (класс D), чем базовый международный стандарт на испытания арматуры MSS-SP-61 (рис. 1.2.6). Фактически вся импортируемая арматура, испытания которой проводились в соответствии с международным стандартом MSS-SP-61, не может быть смонтирована на отечественных трубопроводах, содержащих общепромышленную запорную арматуру.

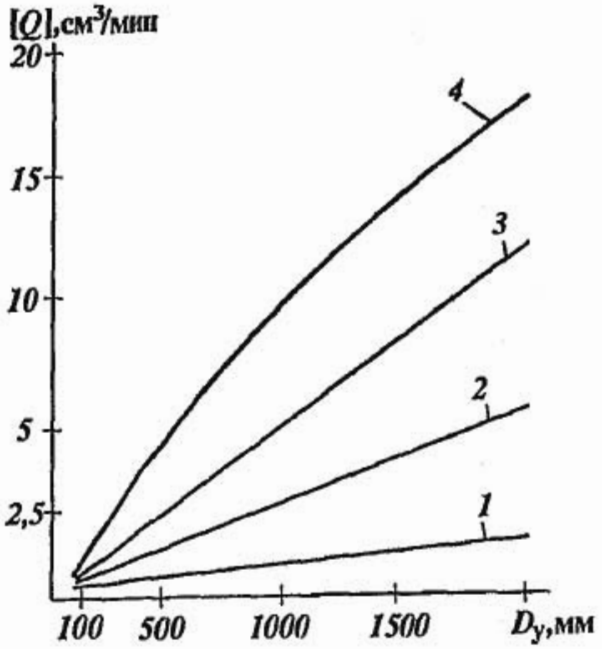


Рис. 1.2.6. Изменение норм герметичности [Q] затворов запорной общепромышленной арматуры от диаметра условного прохода D_y по ГОСТ 9544-93 и MSS-SP-61:
1 – нормы по классу B; *2* – нормы по классу C; *3* – нормы по классу D; *4* – нормы по MSS

Для регулирующей и предохранительной арматуры нормы герметичности в затворе регламентируются, как правило, в процентах от пропускной способности K_V [10].

Условная пропускная способность K_{Vy} – номинальное значение величины пропускной способности при условном ходе затвора, выраженное в м³/ч. Значения K_{Vy} при полном открытии затвора – это номинальное значение максимальной пропускной способности арматуры. Условная пропускная способность определяется как средняя величина для серии регулирующей арматуры одного типа и условного прохода. Отличие значений действительной максимальной пропускной способности от условной объясняется тем, что в пределах допусков детали арматуры имеют разные сочетания отклонений геометрических параметров.

В табл. 1.2.2 приведены ориентировочные значения условной пропускной способности K_{Vy} при полном открытии затвора регулирующих органов в зависимости от типа арматуры и диаметра условного прохода D_y (по данным Московского центрального конструкторского бюро арматуростроения).

Таблица 1.2.2

Условный проход D_y, мм	Условная пропускная способность регулирующих органов								
	Двухседельных	Односедельных	Трехходовых		Клеточных	Шаровых с суженным проходом	Диафрагмовых	Шланговых	Заслоночных (дисковых) при повороте на 60°
			Смесительных	Разделительных					
15	4	2,5	3,2	2,5	–	–	3	12	–
20	6,3	4	5	4	–	–	5	20	–
25	10	6,3	8	6,3	16	22	8	32	–
32	16	10	12	10	–	–	12	50	–
40	25	16	20	16	31	82	20	80	–
50	40	25	32	25	50	110	32	125	60
65	63	40	50	40	71	–	50	200	100
80	100	63	80	63	125	300	80	320	160
100	160	100	125	100	160	550	125	500	250
125	250	160	200	160	–	–	200	800	400
150	400	250	320	250	400	1150	320	1250	600
200	630	400	500	400	560	1900	–	2000	1000
250	1000	–	–	–	800	3200	–	3200	1600
300	1600	–	–	–	1400	4600	–	5000	2500
400	2500	–	–	–	–	6800	–	–	4000

Оценка уровня качества арматуры по показателям надежности. Надежность арматуры характеризуется совокупностью свойств арматуры по показателям безотказности $П_б$, долговечности $П_д$, сохраняемости $П_с$ и ремонтопригодности $П_р$:

$$П_{над} = \{П_б, П_д, П_с, П_р\}.$$

Безотказность выступает характеристикой свойств надежности арматуры сохранять герметичность в затворе в заданном пределе функциональной нормы в течение требуемой наработки. Нарушение предела функциональной нормы характеризует возникновение отказа, являющегося параметрическим и полным. Отказ должен рассматриваться как зависимый и постепенный [6].

Оценка безотказности при подчинении эксплуатационной и соподчинении функциональной герметичности осуществляется по наработке на отказ в циклах срабатывания. Критерий оценки состояния арматуры как отказ устанавливается нормативно-технической документацией. Предельное состояние арматуры наступает тогда, когда она прекратила выполнять свои функции или еще их выполняет, но не может быть использована для дальнейшей эксплуатации, и ее эксплуатация должна быть прекращена из-за неустранимого нарушения требований безопасности. Предельное состояние может наступить и в результате выхода заданных параметров за установленные пределы или в связи с необходимостью проведения среднего или капитального ремонта, а также в связи со снижением эффективности эксплуатации арматуры. Критерием отказа служат признаки, определяющие факт перехода арматуры из работоспособного состояния в неработоспособное. Нарушение работоспособного состояния может происходить в связи с выходом хотя бы одного из заданных параметров за установленные пределы. Причиной отказа в арматуре могут быть дефекты создания, ремонта, нарушения норм и правил эксплуатации, различные повреждения, а также естественные процессы коррозии, изнашивания материала деталей арматуры.

Безотказность арматуры характеризуется средней наработкой на отказ (несущественный, существенный) в циклах, часах T_o; средней наработкой до отказа (несущественного, существенного) в циклах, часах $T_{ср}$; вероятностью безотказной работы в течение периода непрерывной работы или назначенного ресурса (часов, при наработке циклов) $P(t)$.

Долговечность арматуры характеризует ее свойство сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установлен-

ной системе технического обслуживания и ремонта. Показателем долговечности является ресурс или срок службы, определяемый числом циклов или временем (часы, месяцы, годы). Показатели долговечности: полный назначенный ресурс (циклов, часов) $T_{р.н.п}$; полный средний ресурс (циклов, часов) $T_{р.ср.п}$; назначенный ресурс до ремонта (циклов, часов) $T_{р.н.р}$ и др. [6].

При оценке надежности арматуры, работающей, например, на агрессивных средах, необходимо рассматривать показатели безотказности приводной части и долговечности трубопроводной части раздельно и установить, что может произойти раньше – случайный отказ или наступление предельного состояния корпусных деталей.

Сохраняемость характеризует свойство арматуры сохранять обусловленные эксплуатационные значения показателей качества и рабочих параметров в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного технической документацией.

Сохраняемость оценивается средним сроком сохранности $T_{сох.ср}$ (лет) или гамма-процентным сроком сохранности $T_{сох.\gamma}$.

Для арматуры сохраняемость имеет важное значение [10].

Ремонтопригодность определяется как свойство, отражающее степень приспособленности арматуры к предупреждению и обнаружению причин возникновения в изделии отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Важность ремонтопригодности конструкции, как параметра надежности, заключается в том, что простои оборудования, вызываемые необходимостью проведения ремонтов арматуры, увеличивают затраты на эксплуатацию трубопровода или установки. Показатели ремонтопригодности наиболее важны для целевой арматуры. Ремонтопригодность влияет на такой комплексный показатель надежности, как коэффициент технического использования $K_{т.и}$, который определяется отношением суммарного времени пребывания наблюдаемых изделий в работоспособном состоянии к произведению числа наблюдаемых изделий на заданное время эксплуатации.

Конкретные значения заданных показателей надежности и их предельно допустимые значения (нормы), характеризующие переход арматуры в неработоспособное или предельное состояние, приведены в технических условиях (ТУ) на арматуру и техническом описании (ТО).

Нормативные значения отдельных показателей надежности для арматуры различных классов приведены в табл. 1.2.3.

Таблица 1.2.3

Класс арматуры	Показатели			
	$T_{р.н.п}$, лет	$T_{р.ср.р}$, циклов	$T_о$, циклов	$P(t)$
Запорная	4,4 (1 ... 10)	4500 (1500 ... 12 000)	1850 (400 ... 5000)	0,90 (0,8 ... 0,97)
Регулирующая	7,7 (3 ... 10)	40 500 (8000 ... 70 000)	4550 (5000 ... 8000)	0,87 (0,8 ... 0,95)
Предохранительная	10 (8 ... 12)	2800 (150 ... 10 000)	350 (120 ... 800)	0,92 (0,85 ... 0,98)
Защитная	5,1 (3 ... 10)	2250 (1500 ... 6000)	750 (400 ... 4000)	0,92 (0,85 ... 0,98)

Примечания: 1. Для регулирующей арматуры $T_{р.ср.р}$ и $T_о$ даны в часах.
2. В скобках указано рассеяние показателя.

По показателю долговечности $T_{р.н.п}$ наибольший срок службы характерен для предохранительной арматуры (10 лет), а наименьший – для запорной (4,4 года). Для показателя $T_{р.ср.р}$ запорная арматура обладает наибольшим средним арифметическим "циклическим" ресурсом 4500 циклов, значения показателя для предохранительной и защитной арматуры почти в 2 раза меньше. Итак, четко прослеживается "циклическая" эксплуатация запорной арматуры (срок службы ее в среднем меньше в сравнении с другими классами арматуры, кроме защитной, также в 2 раза). "Циклическая" нагрузка защитной и предохранительной арматуры меньше: первая работает при преимущественно открытом затворе, а вторая – при преимущественно закрытом затворе. По рассеянию показателей их минимальные и максимальные значения (указаны в скобках) сглаживают различие между классами арматуры.

По показателю безотказности $T_о$ у запорной арматуры средняя наработка на отказ как минимум в 3 раза выше, чем у защитной и предохранительной. По показателю вероятности безотказной работы $P(t)$ наиболее ответственные защитная и предохранительная арматура имеют в среднем большее значение 0,92 против 0,87 для регулирующей арматуры.

Оценка уровня качества арматуры по показателям безопасности. ***Риск*** арматуры должен оцениваться как количественная мера опасности–вероятности $P(A)$ причинения вреда жизни, здоровью человека или окружающей среде. Должна предусматриваться вероятность нормального функционирования $P(Ф)$ при правильном применении по прямому назначению; критического отказа $P(O)$ в процессе эксплуатации в нормальных условиях; возникновения аварийных ситуаций $P(C)$ и неправильного использования $P(И)$ (ошибках обслуживающего персонала):

$$P(A) = f[P(Ф)_A, P(O)_A, P(C)_A, P(И)_A].$$

В зависимости от наличия или отсутствия специальных средств (мер) защиты людей, окружающей среды от возможных опасностей, связанных с эксплуатацией арматуры, введены показатели собственного риска и комплексного риска арматуры. Собственный риск арматуры предусматривает оценку опасности без учета специальных средств (мер) защиты. Комплексный риск связывается с оценкой риска с учетом имеющихся средств защиты.

В табл. 1.2.4 приведены основные нормативные документы, устанавливающие требования и рекомендации по безопасности производств, оборудования, технологических трубопроводов, арматуры.

Таблица 1.2.4

Номер документа	Наименование документа
№ 116-ФЗ от 21.07.97	Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"
№ 184-ФЗ от 27.12.02	Федеральный закон "О техническом регулировании"
ПБ 09-170-97	Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств
ПБ 09-322-99	Правила безопасности для производств, хранения и транспортировки хлора
ПБ 09-182-98	Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака

Окончание табл. 1.2.4

Номер документа	Наименование документа
ПБ 03-198-96	Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов
ПБ 12-245-98	Правила безопасности в газовом хозяйстве
ПБ 10-115-96	Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением
ПБ 03-221-98	Правила разработки, изготовления и применения мембранных предохранительных устройств
ПБ 03-75-94	Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды
ПБ 09-224-98	Правила безопасности для производств, использующих неорганические кислоты и щелочи
ГОСТ 12.1.004	Пожарная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.007	Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.010	Взрывобезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.2.085	Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности
ГОСТ 17433	Промышленная чистота. Сжатый воздух. Классы загрязненности
ГОСТ 12.2.060	ССБТ. Трубопроводы ацетиленовые. Требования безопасности
ГОСТ 12.2.063	ССБТ. Арматура промышленная трубопроводная. Общие требования безопасности

1.2.2. Оценка качества арматуры по показателям технологичности конструкции изделий

Под оценкой технологичности конструкции изделий (ТКИ) понимается комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающих последовательное выявление ТКИ в целом или отдельных рассматриваемых ее свойств, сопоставление выявленных свойств данного изделия со свойствами изделия, конструкция которого принята в качестве базы для сравнения, и представление результатов сопоставления в форме, приемлемой для принятия управленческих решений по совершенствованию конструкции арматуры.

Оценка ТКИ наиболее актуальна для дорогостоящей специальной арматуры.

Оценка уровня качества арматуры по показателям производственной технологичности конструкции изделий. Цель обеспечения технологичности конструкции арматуры заключается в повышении качества изделий. Наиболее общими требованиями к производственной технологичности конструкции арматуры выступают требования к составу, а также к точности составных частей (деталей). Как сборочная единица арматура должна расчленяться на рациональное число составных частей с учетом принципа агрегатирования. Агрегатирование основано на применении унифицированных элементов затворов, заменяемых при эксплуатации и ремонте. При этом элементы затворов должны обладать полной взаимозаменяемостью по важнейшим показателям качества и по присоединительным размерам. Точность расположения деталей обосновывают по функциональной точности и взаимоувязывают с достижимой точностью восстановления деталей (фактической точностью). Выбор метода сборки арматуры проводится на основании размерного анализа (расчета и анализа размерных цепей). При этом, размерный анализ должен быть подчинен правилу наикратчайшей размерной цепи и принципу единства баз [6, 7, 27].

Количественная оценка производственной ТКИ проводится независимо от абсолютной величины затрат на изготовление арматуры, обусловленных ее конструкцией.

Методы оценки ТКИ представляют собой совокупность приемов, посредством которых разработчик конструкции определяет и сопоставляет расчетные значения показателя ТКИ проектируемого изделия K и соответствующего показателя конструкции изделия, принятой в качестве базы для сравнения $K_б$.

Результатом количественной оценки ТКИ с использованием расчетных методов является формирование целевой функции Z и алгоритма

обеспечения ТКИ, пригодных для принятия решений по совершенствованию конструкции арматуры как изделия.

Наиболее распространены методы абсолютной, относительной и разностной оценки ТКИ, т.е. оценки, выполняемой по результатам вычисления следующих показателей:

абсолютного показателя ТКИ

$$K = (k_1, ..., k_N);$$

сравнительного показателя ТКИ

$$K_y = K / K_б;$$

разностные показатели ТКИ

$$\Delta K' = \left| K - K_б \right|; \quad \Delta K'' = \left| 1 - K_y \right|,$$

где $k_1, ..., k_N$ – численные значения достигнутых показателей ТКИ.

Основные показатели производственной ТКИ приведены на рис. 1.2.7.

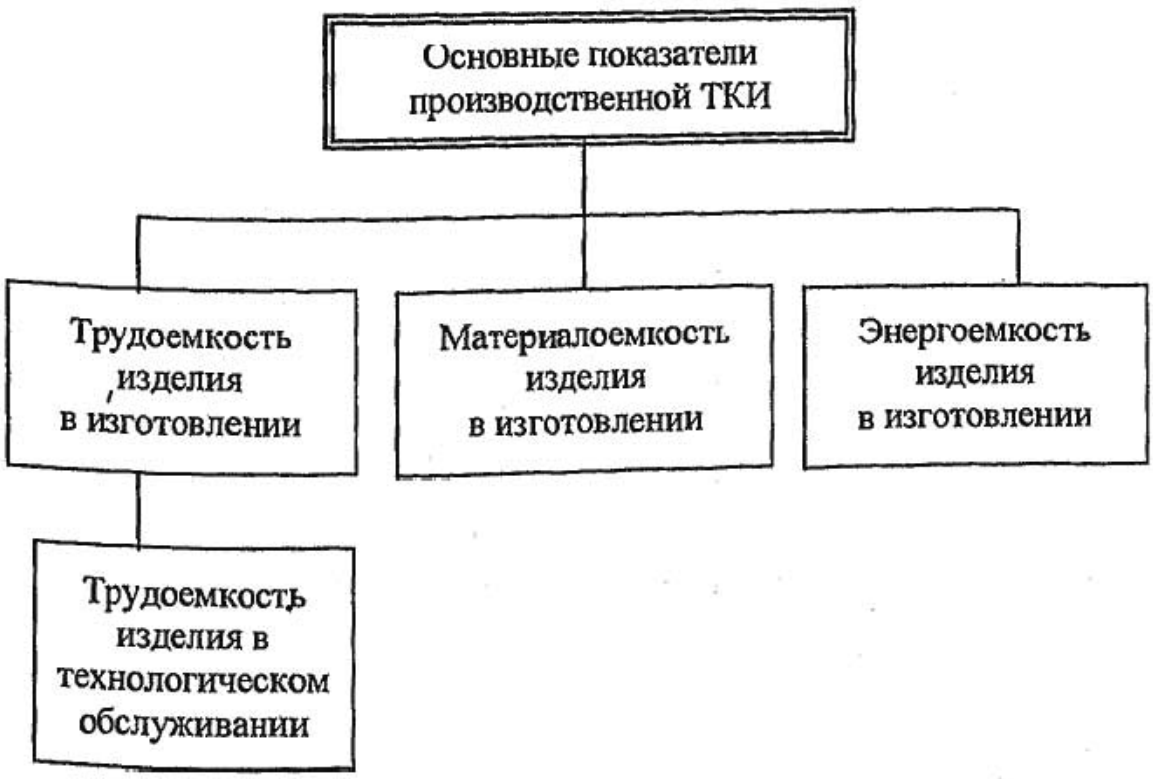


Рис. 1.2.7. Основные показатели производственной ТКИ арматуры

Для оценки ТКИ арматуры по трудоемкости изготовления используют методы многофакторного анализа и сложности конструкции изделия [27]. Оценка ТКИ с использованием метода учета сложности конструкции изделия приведена в работе [7].

По методу многофакторного анализа трудоемкость арматуры в изготовлении:

$$T = T_{\text{и}} K_N K_{\text{г.о}} (K_{\text{с}} / K_{\text{т}}),$$

где $T_{\text{и}}$ – исходный показатель трудоемкости изделия базовой конструкции арматуры в изготовлении; K_N – коэффициент, учитывающий изменение трудоемкости T в зависимости от программы выпуска; $K_{\text{г.о}}$ – коэффициент, учитывающий продолжительность выпуска изделий; $K_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий изменение трудоемкости в зависимости от серийности производства; $K_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий технологическую оснащенность производства.

Для определения значения коэффициента K_N необходимо знать программу выпуска N_6 и трудоемкость в изготовлении базовой конструкции арматуры, а затем воспользоваться данными табл. 1.2.5.

Например, трудоемкость изготовления шарового крана при программе выпуска N_6 = 12 тыс. шт. в год составляет 150 нормо-ч на предприятии А. Определить трудоемкость изготовления этого изделия на предприятии Б, где годовая программа планируется $N_{\text{ф}}$ = 6 тыс. шт. в год.

Таблица 1.2.5

$N_6 / N_{\text{ф}}$	K_N	$N_6 / N_{\text{ф}}$	K_N	$N_6 / N_{\text{ф}}$	K_N	$N_6 / N_{\text{ф}}$	K_N
0,2	0,80	2,5	1,15	11,0	1,38	30,0	1,57
0,3	0,88	3,0	1,17	12,0	1,40	40,0	1,62
0,6	0,92	4,0	1,21	14,0	1,42	50,0	1,66
0,8	0,96	5,0	1,25	16,0	1,46	60,0	1,70
1,0	1,00	6,0	1,28	18,0	1,48	70,0	1,72
1,2	1,03	7,0	1,32	20,0	1,50	80,0	1,75
1,4	1,06	8,0	1,33	22,0	1,52	90,0	1,77
1,6	1,08	9,0	1,35	24,0	1,53		
2,0	1,12	10,0	1,37	26,0	1,55		

По табл. 1.2.5 для $N_б / N_ф = 2$ $K_N = 1{,}12$. При условии учета только этого коэффициента, $T = 150 \times 1{,}12 = 168$ нормо-ч.

При укрупненной оценке арматуры коэффициент $K_{г.о}$ определяют по формуле:

$$K_{г.о} = [n/(2n)]^{\beta},$$

где n – порядковый номер года выпуска; β – показатель степени, который для арматуры принимают в пределах 0,2 ... 0,25.

Коэффициент $K_с$ рассчитывают по формуле:

$$K_с = 1/C_р^{\nu},$$

где $C_р$ – расчетная серийность [27]; ν – показатель степени, для арматуры принимают $\nu = 0{,}2$.

Для определения значения $K_т$ можно руководствоваться графиком на рис. 1.2.8. При этом, реализуя принцип технологической преемственности, можно повысить значения $K_т$ за счет использования типовых технологических процессов и применения стандартных средств технологического оснащения.

Наряду с применением абсолютных значений материалоемкости изделия в качестве показателей ТКИ часто применяют показатель удельной производственной материалоемкости:

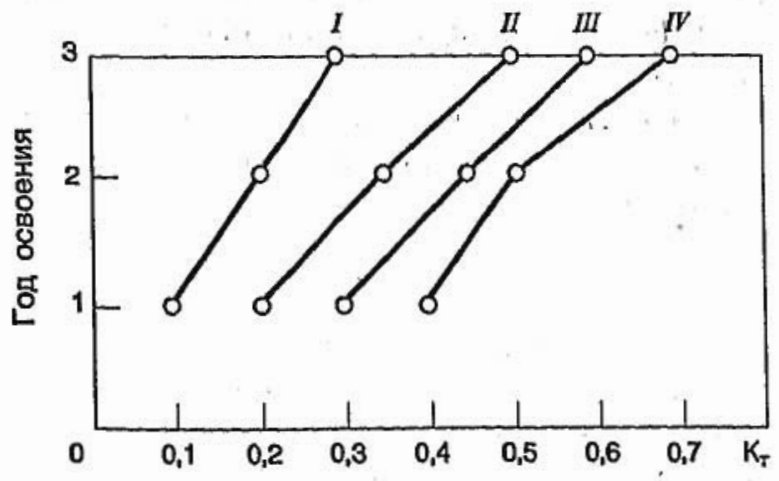


Рис. 1.2.8. Характер изменения $K_т$ в зависимости от года освоения изделия: *I* – задвижки, предохранительная арматура; *II* – краны, регулирующая арматура; *III* – клапаны запорные; *IV* – защитная арматура

$$M_{\text{п}}^{\text{уд}} = M_{\text{п}} / (Q_{\text{т}} t),$$

где $M_{\text{п}}$ – расход материала на изготовление единицы арматуры; $[Q_{\text{т}}]$ – норма технологической герметичности затвора; t – срок службы изделия.

Учет $Q_{\text{т}}$ и t обеспечивает более объективный подход к определению материальных затрат. Введение в расчетную формулу параметра t дает возможность количественно обосновать увеличение расхода дорогостоящего материала на изделие для увеличения ресурсных показателей. Чем ниже значение показателя $M_{\text{п}}^{\text{уд}}$ (при фиксированной $Q_{\text{т}}$), тем выше уровень ТКИ.

Энергоемкость изделия как показатель ТКИ характеризует количество топливно-энергетических ресурсов, необходимых на изготовление единицы арматуры. Удельную энергоемкость изделия определяют по формуле [27]:

$$Э_{\text{п}}^{\text{уд}} = Э_{\text{п}} / (Q_{\text{т}} t),$$

где $Э_{\text{п}}$ – расход топлива или энергии на изготовление изделия.

Оценка уровня качества арматуры по показателям эксплуатационной технологичности конструкции изделий. Для оценки эксплуатационной ТКИ арматуры используют комплекс показателей, основные из которых приведены на рис. 1.2.9.

Для оценки ТКИ арматуры по трудоемкости изделия при техническом обслуживании и ремонте применяют методы учета масс и сложности конструкции изделия.

По методу учета масс исходят из положения, что значения исходных показателей трудоемкости изделия в ремонте изменяются в основном по мере изменения массы изделия:

$$T = T_{\text{а}} K_{\text{м}},$$

где $T_{\text{а}}$ – трудоемкость изделия, являющегося аналогом для изделий, с общими конструктивными и технологическими признаками; $K_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий различие размеров или масс сопоставляемых конструкций. Он рассчитывается с учетом масс изделия и изделия-аналога, а также доли машинного и вспомогательного времени в штучном [27].

Удельную эксплуатационную материалоемкость изделия в общем виде рассчитывают по формуле:



Рис. 1.2.9. Основные показатели эксплуатационной и ремонтной ТКИ арматуры

$$M_э^{уд} = M_э / (Q_т t),$$

где $M_э$ – расход материала на эксплуатацию изделия, определяемый суммированием норм расхода материала на составные части арматуры (детали и сборочные единицы), заменяемые или восстанавливаемые в течение полного срока его службы t.

Удельную эксплуатационную энергоемкость изделия определяют по формуле:

$$Э_э^{уд} = Э_э / (Q_т t),$$

где $Э_э$ – расход топлива или энергии на эксплуатацию арматуры в течение полного срока ее службы.

1.2.3. Оценка качества арматуры по показателям экономичности изделий

Оценка качества арматуры по экономическим показателям тесно связана с понятием оптимального уровня качества продукции [13].

Оптимизация уровня качества наиболее характерна при оценке общепромышленной арматуры.

Любая арматура должна, удовлетворяя требованиям потребителей, обеспечивать требуемый эффект в эксплуатации, поэтому необходима оптимизация уровня качества продукции (за исключением целевой арматуры, предназначенной для поддержания работоспособности ответственных систем, где уровень качества должен быть фиксированный).

Оптимальным является значение показателя качества арматуры, при котором достигается либо наибольший эффект от эксплуатации при заданных затратах на ее создание и эксплуатацию, либо заданный эффект при наименьших затратах, либо наибольшее отношение эффекта к затратам. Под эффектом подразумевается полное или частичное достижение определенных технических и экономических целей. Для достижения оптимального уровня качества продукции надо исходить не только из необходимости снижения затрат на ее изготовление, но, главным образом, из целесообразности улучшения качества продукции (см. гл. 4). Зачем, скажем, закладывать долговечность деталей и узлов арматуры в 20 лет, если срок физического износа как в целом, так и отдельных ее узлов не превышает 10 лет. При этом уровень качества отдельных деталей и узлов определяют сроком физического износа арматуры в целом. Например, если долговечность отдельных узлов изделия составляет 2; 4; 6; 10 лет, то долговечность изделия в целом определяется самым слабым узлом, т.е. 2 года. Поэтому необходимо повышать качество наиболее слабых узлов, доводя до оптимального срок физического износа. Во многих случаях нужно повышать не все показатели качества продукции, а только некоторые.

Рассмотрим, как изменяется себестоимость арматуры в зависимости от уровня качества (рис. 1.2.10).

При обеспечении качества арматуры приходится нести определенные расходы на материалы, заработную плату и др. При повышении уровня качества затраты сначала растут медленно, поскольку производство легко справляется с заданными требованиями, но по мере дальнейшего повышения качества они резко возрастают. Если далее повышать требования к качеству, то можно достигнуть такого предела, когда ни оборудование, ни рабочие не в состоянии обеспечить подобный уровень качества. Затраты устремляются в бесконечность.



Рис. 1.2.10. Зависимость затрат и эффективности от уровня качества арматуры:
А – затраты на повышение качества; *Б* – эффект при эксплуатации

Если задан очень низкий уровень качества, то ценность такой арматуры близка к нулю, т.е. такая продукция потребителю цивилизованного рынка не нужна. По мере повышения качества эффект в эксплуатации будет повышаться до определенного уровня. Дальнейшее повышение качества оказывается экономически нецелесообразным.

На рис. 1.2.10 оптимальный уровень качества соответствует уровню *2*. Изменение уровня качества *2* к уровню *1* вызывает соответствующее уменьшение затрат на обеспечение качества на величину *a*, но это приводит к снижению эффекта в эксплуатации на величину *b*, большую, чем *a*. Изменение уровня качества *2* к уровню *3* вызывает увеличение расходов на обеспечение качества на величину *c*, которая значительно больше соответствующего эффекта *d*.

В общем виде затраты на продукцию складываются из затрат производителя на изготовление и потребителя на эксплуатацию (рис. 1.2.11). Например, клапан предохранительный не обеспечивает требуемую герметичность. В этом случае потребитель вынужден выделять дополнительные средства на входной контроль, доводку, ремонт и техническое обслуживание арматуры. Возможно и обратное, когда уровень качества изготовления арматуры превышает реально необходимый. При этом уровень качества продукции удовлетворяет требованиям потребителя с наи-

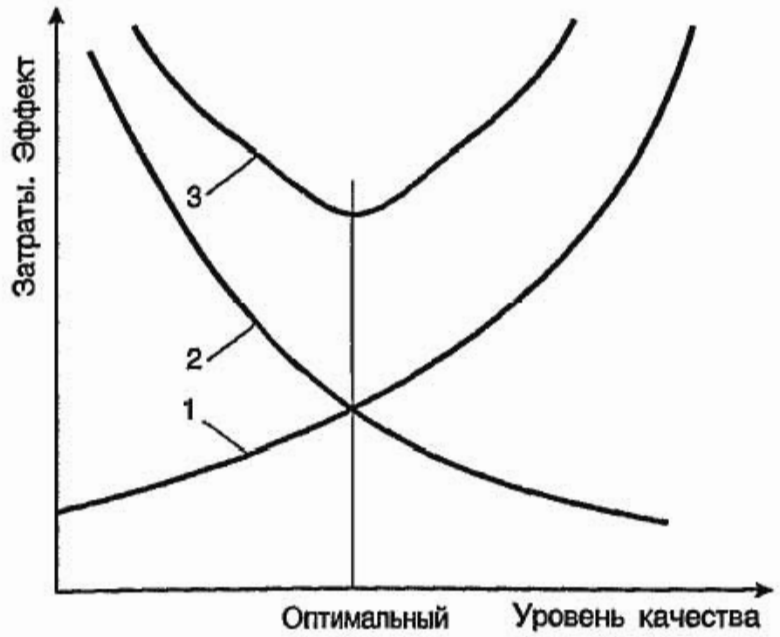


Рис. 1.2.11. Зависимость затрат от уровня качества арматуры:
1 – затраты на изготовление; *2* – затраты в процессе эксплуатации; *3* – суммарные затраты

меньшими затратами. Такой вариант будет приближаться к оптимальному, если суммарные затраты на изготовление и эксплуатацию продукции будут близки к минимальным.

Таким образом, оптимальный уровень качества – это уровень, выше или ниже которого производить общепромышленную арматуру экономически нецелесообразно. Поэтому в одних случаях качество нужно повышать, в других – оставлять неизменным, в третьих возможно даже понижать в целом или по отдельным показателям, чтобы сократить затраты на изготовление арматуры.

Предприятия – изготовители арматуры, иногда стремясь к мнимой экономии и снижению себестоимости, снижают уровень качества. В этом случае увеличиваются убытки в сфере эксплуатации, поскольку требуются большие расходы на ремонт и техническое обслуживание продукции низкого качества. Необходимо, чтобы рыночные механизмы управляли заинтересованностью предприятий в выпуске арматуры оптимального уровня качества. Достижение оптимального уровня качества арматуры представляет собой одну из главных целей системы управления качеством (см. гл. 2; 4).

Определение оптимальных значений показателей качества продукции позволяет провести в свою очередь функционально-стоимостной анализ и оптимизировать соотношение между необходимым уровнем качества, совокупными затратами ресурсов и полезным эффектом продукции [20]. Результатом проведения анализа должно быть улучшение качества продукции при целесообразности увеличения уровня затрат; уменьшение затрат при сохранении уровня качества; сокращение затрат при обоснованном снижении показателей качества до их функционально необходимого уровня. При анализе исходят из того, что затраты на изготовление любой арматуры состоят из минимума затрат, абсолютно необходимых для изготовления продукции, и "дополнительных" или "излишних" затрат, которые не имеют прямого отношения к назначению продукции и связаны с несовершенством конструкции и неэффективными методами ее изготовления. Затраты выявляются с помощью анализа. Объектом анализа может быть как арматура в целом, так и ее составляющие: сборочная единица, деталь, а также технология изготовления, организация производства.

После проведения функционально-стоимостного анализа изменяется или совершенствуется конструкция, состав и свойства применяемых материалов и комплектующих изделий, технология, организация производства, что позволяет довести уровень качества и затрат на его достижение до оптимального значения. Основой при этом методе является отработка конструкций на технологичность и унификация деталей и узлов.

1.3. СИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЦЕЛЕВОЙ АРМАТУРЫ

Качество изделий арматуростроения в большой степени проявляется через их технический уровень. В связи с этим возрастающую роль будет играть такое направление в решении задач значительного улучшения качества арматуры, как оптимальное управление техническим уровнем изделий [17].

Рассматривая проблемы организации управления качеством изделий арматуростроения с этих позиций, необходимо выделить возрастающее значение **кибернетического** подхода. Сущность данного подхода состоит в объединении разрозненных мероприятий в единую систему постоянно осуществляемых действий на всех стадиях жизненного цикла арматуры. Такая постановка задачи выдвигает множество сложных методологических проблем, не возникавших ранее. Существует несколько основопо-

лагающих принципов, которые применительно к управлению качеством арматуры могут быть сформулированы следующим образом:

1. Управление применимо только к объектам, параметры которых либо сами отклоняются от заданного технического уровня, либо их нужно изменять в соответствии с изменяющимися условиями. Качество изделий арматуростроения относится именно к таким объектам, так как оно ***теряет свои свойства под влиянием физических причин***, воздействующих на технический уровень изделия.

При этом возникла необходимость решения проблемы управления с решением вопросов выработки управляющих действий, реализации их посредством управляющих воздействий на объект управления. К числу таких вопросов следует отнести разработку процессов управления, базирующихся на метрологическом обеспечении, техническом контроле и оптимизации параметров объектов управления.

2. В организации управления качеством арматуры можно выделить и ***детерминированный подход***.

Детерминированный подход предусматривает аналитическое представление процесса управления, при котором для данной совокупности входных значений на выходе объекта управления может быть получен единственный результат, однозначно определяемый оказанным на него управляющим воздействием. Этот подход может быть в аддитивной и стохастической постановках. Управляющим воздействием, дающим однозначное решение, может быть разовое техническое решение или применение технического контроля. Модель управления в детерминированном подходе принимается строго однородной и совершенной, в отношении которой предполагается полное отсутствие отклонений в виде погрешностей, ограничений, отказов, случайных возмущений. Управление носит дискретный разовый характер в малом диапазоне изменения переменных параметров.

3. Кибернетический подход свободен от недостатков детерминированного подхода и все перечисленные отклонения, не учитываемые последним, являются естественными и даже необходимыми в повышении технического уровня управления качеством продукции. В этих системах контроль качества не подменяет управление, а является лишь одним из процессов управления [17].

Кибернетический подход является направлением методологии специального научного познания, в основе которого лежит исследование объектов как систем. На его развитие оказали влияние выводы теорий информации, программирования, систем управления, исследований опе-

раций. В проблеме значительного повышения качества рассматриваются системы управления качеством продукции, и они, как всякая система, состоят из взаимосвязанных частей и в определенном смысле представляют собой замкнутое целое [6, 20].

Фактор организации управления качеством изделий арматуростроения с позиции кибернетического подхода рассматривает его в двух аспектах: структурном и функциональном (как процесс управления).

Научно-технический прогресс связан с функционированием механизма арматурного производства в целом. Научно-технический прогресс – это не только новые методы производства арматуры и технологические процессы, это также совершенствование управления на всех уровнях, включая управление качеством изделий. При этом рассматривается ряд требований теории управления качеством продукции [5].

Первое требование связано с выработкой стратегии, так как управление любым объектом всегда имеет определенную цель [17].

Применительно к качеству арматуры это требование означает выбор путей повышения качества продукции, оптимизирующих технический уровень изделий по критерию, оценивающему результативность управления. Неудачно выбранный критерий приводит к нежелательным результатам. Например, ориентация длительное время на критерий по "валу" и "весу" привела к утяжелению отечественных конструкций арматуры в сравнении с зарубежными. Примером использования противоречивых критериев может служить раздельное управление по количеству и качеству продукции. В теории управления рекомендуется сводить критерии во взаимосвязанную систему, исходя из максимума общей полезности продукции – критерия конкурентоспособности. В связи с этим стандартами ИСО рекомендуется планирование повышения качества в натуральных единицах (тонны, штуки) при соблюдении требований к показателям качества [6, 15, 24].

Разработка критерия оптимального управления технического уровня изделий всегда затруднена наличием значительного числа неопределенностей технического и экономического характера. Причем с развитием форм НТД и рыночных отношений непрерывно возрастает доля таких неопределенностей.

Второе требование теории управления относится к эффективной обратной связи (процессам управления), обеспечивающей наблюдение за реализацией стратегии управления, и в случае отклонений принимаются меры для их предупреждения. При управлении качеством изделий это требование реализуется на основе изучения и планирования потребно-

стей, а также осуществления контроля и испытаний арматуры на соответствие техническим регламентам. Особая роль в соблюдении требований обратной связи в системе управления качеством изделий арматуростроения при процессном подходе принадлежит системам НТД, оптимизации параметров изделий и технического контроля (см. гл. 2 и 3).

Обратная связь должна устанавливаться по каждому исполнению арматуры и от каждого уровня управления. Таким образом, она имеет сложный характер и непосредственно связана с процессами управления.

Третье требование теории управления качеством – наличие резервов. В любой системе управления возникают непредвиденные обстоятельства – ошибки в планировании, задержки поставок, недостатки в функционировании изделий. Поскольку они непредсказуемы, то нет иного способа справиться с этими случайностями иначе, как с помощью плановых материальных запасов, резервных мощностей, комплектующих изделий. Случайные перебои обходятся дороже, чем запланированные резервы.

Четвертым требованием теории управления является учет роли все возрастающего человеческого фактора. Человек – "активная система" со своими желаниями, целями. Несомненно, что такие системы с участием людей рассматриваются как сложные, эффективность которых, наряду с чисто техническими и финансовыми факторами, зависит от психологических факторов. В рыночных условиях общая ответственность исполнителей за соблюдение заданного уровня качества арматуры, а не одних контролеров, привела к развитию самоконтроля на рабочих местах. Развитие системы самоконтроля одновременно с совершенствованием техники измерения позволяет количественно определить соотношение ответственности за брак.

В процессе функционирования система управления качеством изделий арматуростроения непосредственно связана с научно-техническим прогрессом, так как чем выше уровень качества выпускаемой продукции, тем полнее находят практическое воплощение в производстве научно-технические достижения. Современная система управления качеством изделий в техническом аспекте по характеру объекта, проблеме и программе управления существенно отличается от действовавших систем крупномасштабного управления качеством продукции. Она также отличается как по методам ее создания, так и внедрения в практику.

Внедрение системы управления качеством в практику, кроме достижения основной цели – планируемого улучшения качества выпускаемой продукции, позволяет также реорганизовать управление арматурными предприятиями в целом, повысить рентабельность производства.

Практическая реализация систем управления качеством вызывает необходимость перестройки организационной структуры арматурных предприятий. Созданы специальные подразделения для координации работ по управлению качеством в масштабах предприятия. Основные задачи, возлагаемые на эти подразделения, сводятся к следующему: разработка показателей, определяющих оптимальный уровень качества на основе анализа требований потребителя и возможностей производства, создание системы управления качеством и контроля за ее работой.

Важнейшим вопросом является развитие планирования качества продукции. В планы предприятий включаются задания по повышению технического уровня и качества арматуры. В результате работа ряда арматурных предприятий оценивается не только по количественным (ценовым), но и по качественным критериям.

Важнейшие задачи планирования качества продукции состоят: в обеспечении достижения высокого уровня качества по основным видам продукции; своевременном обновлении и расширении потребного рынком ассортимента, пользующегося спросом; обеспечении строгого соблюдения требований нормативно-технической документации.

Планирование улучшения качества арматуры должно базироваться на систематическом изучении и полном удовлетворении требований потребителей к качеству продукции и анализе обнаруживаемых дефектов.

Система управления качеством арматурного производства должна строиться на базе международных стандартов ИСО 9000:2000, быть сертифицированной, реализовывать действенный технический контроль.

Глава 2

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АРМАТУРЫ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

2.1. СТРУКТУРА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

Управление качеством продукции на арматурных предприятиях реализуется на различных уровнях (рис. 2.1.1).

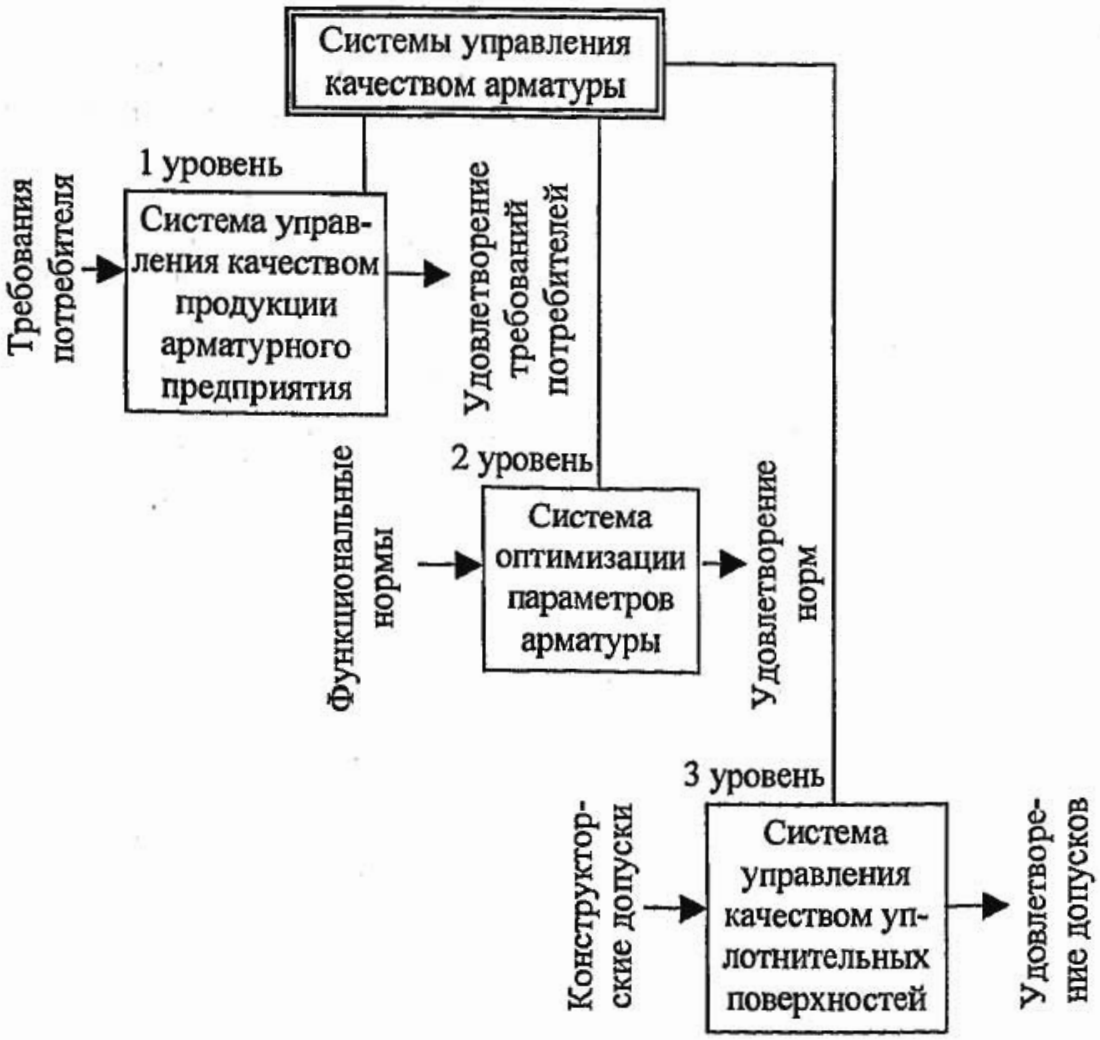


Рис. 2.1.1. Блок-схема управления качеством целевой арматуры различного уровня

Первый уровень охватывает арматурное предприятие в целом. Разработка системы должна базироваться на технических регламентах, национальных и международных стандартах. Система должна быть адаптирована к международным стандартам ИСО серии 9000:2000 и реализовывать основные принципы управления, с тем, чтобы облегчить достижение целей качества.

Система, получающая входные воздействия и преобразующая их в выходные результаты, может рассматриваться как процесс. Чтобы функционировать эффективно, арматурные предприятия должны выявлять многочисленные взаимосвязанные процессы и управлять ими. Часто выход одного производственного процесса непосредственно формирует вход другого процесса в системе. Систематическое выявление и управление процессами, реализуемыми на предприятии, и, особенно, взаимосвязей между ними понимается как ***процессный подход*** [14, 18].

На входе и выходе системы управления качеством продукции арматурного предприятия соответственно требования и удовлетворенность потребителя арматуры. Предприятия зависят от своих потребителей, и, следовательно, должны удовлетворять их сегодняшние и будущие требования к арматуре.

Второй уровень касается арматуры в целом. Разработка системы оптимизации параметров изделий основывается на функциональном анализе, прогнозировании и комплексности оптимизации. Система должна стать частью системы оптимизации параметров объектов оптимизации (СОПОС). Функциональный анализ должен быть подчинен основной задаче – предварительному определению параметров по заданным показателям качества: безопасности, надежности, назначения арматуры, исходя из рассмотрения функций изделия и рационального технического решения. Используя методы функционального анализа и прогнозирования, составляют математические модели функционирования и устанавливают различие между расчетным и заданным значениями показателя качества. Сокращению этого различия по номинальным значениям и допускаемым отклонениям способствует ***комплексная оптимизация*** параметров изделий до степени, пригодной к программированию [17].

Комплексность оптимизации параметров объектов обеспечения – свойство, характеризуемое принятыми границами комплексности и определяющее точность и подробность оптимизации. При этом производится не только одновременная, но и совместная оптимизация совокупности параметров. Границы комплексности определяют совокупность совместно оптимизируемых параметров изделий и факторов, учитываемых при оптимизации и влияющих на оптимальные значения параметров.

В комплексной оптимизации не вся совокупность функциональных элементов арматуры оптимизируется совместно. Элементы могут разбиваться на группы, каждая из которых оптимизируется отдельно, при этом допускается включение одного и того же элемента в две и более группы. Кроме того, некоторые оптимизируемые параметры могут быть не записаны в явном виде, например, обобщенные показатели качества, и, наоборот, не все параметры оптимизируются; часть этих параметров может быть задана в виде ограничений.

Комплексность оптимизации необходима для повышения качества изделий арматуростроения.

Оптимизацией параметров изделий называются теоретические и экспериментальные процедуры определения таких значений этих параметров, при которых достигается наилучшее сочетание между эффектами и затратами с позиций обоснованных целей и с учетом обоснованных ограничений, а также предстоящих изменений во времени [6]. Методы обеспечения комплексности при теоретической оптимизации – это совокупность приемов (операций) разработки (выбора, модернизации) соответствующих технических устройств, планирования эксперимента и обработки данных экспериментов при широких границах комплектности. Эти методы содержат рекомендации по выбору математической процедуры определения оптимальных параметров по уже составленной модели.

В случае экспериментальной оптимизации методы обеспечения комплексности – это совокупность приемов (операций) разработки (выбора, модернизации) соответствующих технических устройств, планирования экспериментов и обработки данных экспериментов при широких границах комплектности. Для применения ответственных решений комплексную оптимизацию согласуют с прогнозированием параметров изделий и входных данных, используемых для получения параметров заданной точности. Входные данные в математической модели служат для вычисления оптимальных параметров.

На входе системы оптимизации параметров арматуры функциональные нормы, а на выходе их удовлетворение по конструкторским допускам на геометрические и структурные параметры деталей.

Третий уровень охватывает элементы арматуры и, в частности, уплотнительные поверхности деталей затвора. Система управления качеством уплотнительных поверхностей деталей арматуры должна ориентироваться на формирование поверхностного слоя с заданными свойствами, геометрическими и структурными параметрами, регламентированными

техническими требованиями и конструкторскими допусками [7, 24]. Существенный резерв в повышении качества поверхностей следует искать в формировании контура поверхности в зависимости от ее служебной функции, причем конструктор должен знать, что нужно задать, а технолог – уметь осуществить заданное. Это далеко не просто, поскольку речь идет о формировании контура неровностей и их совокупности, измеряемых в микрометрах и долях микрометра.

Многие характеристики качества уплотнительной поверхности, влияющие на эксплуатационные свойства, зависят от технологических методов и условий изготовления деталей арматуры. Исходя из требований к свойствам, назначают определенные условия обработки, обеспечивающие получение поверхности с необходимыми параметрами точности: высотой неровностей и их направлением, степенью и глубиной наклепа и т.д. Целесообразно назначать метод обработки поверхности, обеспечивающий уже на стадии изготовления деталей получение оптимальной шероховатости, наблюдаемой в зоне контакта уплотнений при их силовом замыкании.

Исследование путей улучшения качества уплотнительных поверхностей для повышения эксплуатационных свойств арматуры длительное время ограничивалось рассмотрением технологий и условий осуществления финишной операции – притирки, завершающей технологический процесс обработки детали, при этом исключался учет влияния результатов предшествующих операций, существование технологической наследственности при формообразовании уплотнительных поверхностей.

Под ***технологической наследственностью*** понимается явление переноса свойств обрабатываемого изделия (заготовки) от предшествующих операций к последующим, которое в дальнейшем сказывается на эксплуатационных свойствах деталей арматуры [26, 29].

На входе системы управления качеством уплотнительных поверхностей конструкторские допуски, на выходе удовлетворение требований, которое достигается определенными методами и режимами термической и механической обработки, видом и состоянием режущего инструмента, условиями охлаждения, размерами операционных припусков, последовательностью и содержанием операций технологического процесса и т.д.

Конкретизация систем управления качеством арматуры разного уровня не исчерпывается представленными выше и, вместе с тем, характеризует для каждого этапа основные из них.

2.2. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С ПОЛОЖЕНИЯМИ СТАНДАРТОВ ИСО СЕРИИ 9000:2000

Перевод отечественной экономики на рыночные отношения и интеграция России во Всемирную торговую организацию ставят в число важнейших задач для арматурных предприятий обеспечение надлежащего качества и конкурентоспособности выпускаемой арматуры. Эффективным средством успешного решения этой задачи является реализация положений международных стандартов ИСО серии 9000:2000 по системам управления качеством.

Типовая модель процессного подхода к управлению качеством арматуры на уровне предприятия представлена на рис. 2.2.1. Она иллюстрирует основополагающую систему управления качеством. Ею признается, что заинтересованные стороны играют существенную роль в процессе определения требований. Показатели удовлетворенности используются как обратная связь, позволяющая оценить выполнение требований.

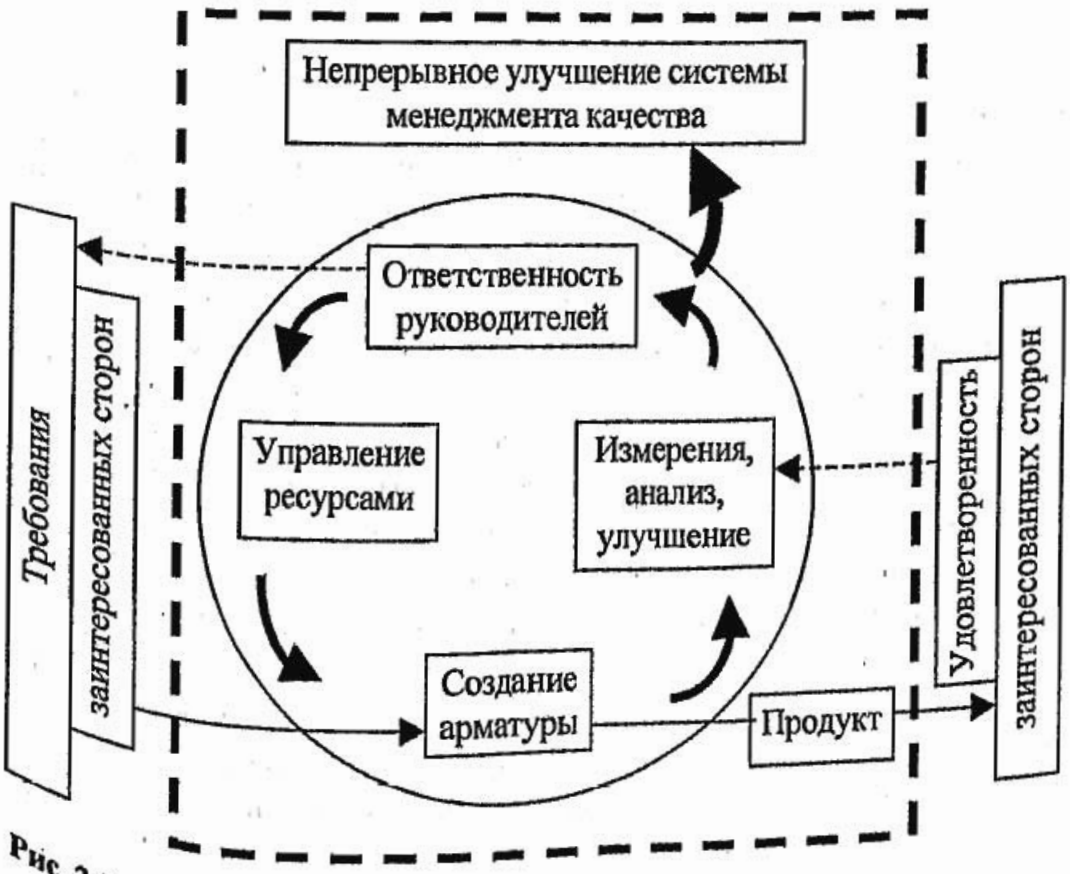


Рис. 2.2.1. Блок-схема модели процессного подхода к управлению качеством арматуры на уровне предприятия по стандарту ИСО 9001:2000

Требования к системе управления качеством арматуры. В стандартах ИСО отражен концентрированный мировой опыт по повышению качества продукции. Применительно к отечественным условиям промышленного производства данные стандарты следует рассматривать как инструмент перехода предприятий от ориентации на количественный рост производства арматуры низкого качества и низкой цены к удовлетворению конкретных потребностей отечественного и зарубежного потребителя арматуры. Тесная взаимосвязь спроса и предложения, как это требуют стандарты ИСО, позволяет ускорить реальную отдачу и результативность производства, создать необходимые предпосылки для повышения конкурентоспособности продукции на внешнем рынке и, на первом этапе, вытеснить зарубежную арматуру с внутреннего рынка.

Эффективное применение стандартов ИСО серии 9000:2000 в практике арматурных предприятий может быть осуществлено при условии изменения сложившейся идеологии в области качества.

На подавляющем числе арматурных предприятий главенствующим остается контроль качества при приемке продукции: испытания на прочность, плотность и герметичность затвора арматуры. Этим решение задач управления качеством и исчерпывается, а это уровень обеспечения качества 1920–1960 гг. (рис. 2.2.2).

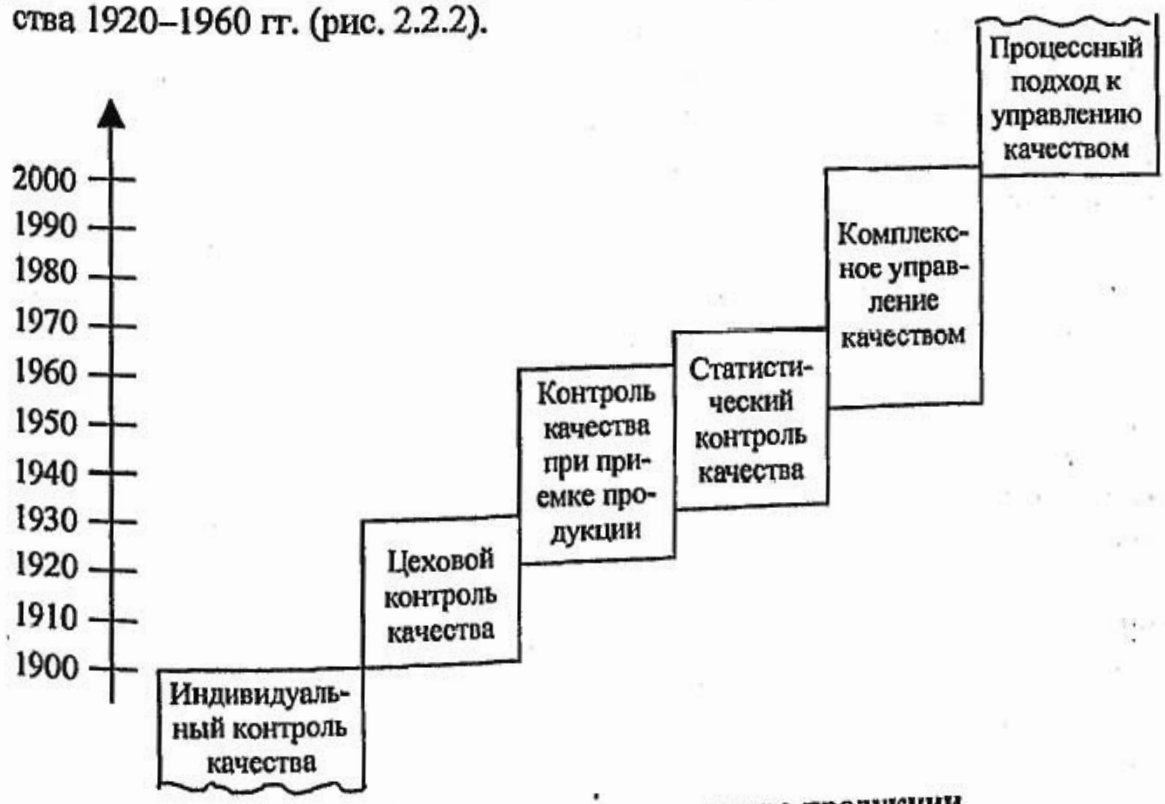


Рис. 2.2.2. Этапы повышения качества продукции на машиностроительных предприятиях

Внедрению стандартов ИСО препятствуют и негативные аспекты "силового" внедрения комплексных систем управления качеством продукции (КС УКП). КС УКП и система качества, регламентированная стандартами ИСО, базировались на одной общей методологии, а именно – на комплексном управлении качеством продукции. В стандартах ИСО закреплены многие элементы и решения, установленные в методических материалах по КС УКП, а также красной нитью проходит процессный подход к управлению предприятием. Понятия, относящиеся к управлению по стандартам ИСО, приведены на рис. 2.2.3.

Согласно стандарту ИСО 9000:2000 разрабатываемые системы должны соответствовать восьми принципам управления:

1. ***Ориентация на потребителя.*** Производители должны выпускать арматуру, отвечающую текущим и перспективным требованиям потребителей.

2. ***Руководство (лидерство).*** Руководители предприятия согласовывают цели, управление и внутреннюю среду организации. Они создают среду, в которой работники могут стать полностью вовлеченными в достижение цели предприятия.

3. ***Вовлечение работников.*** Работники всех уровней представляют сущность предприятия, и их полное вовлечение способствует тому, чтобы их потенциал использовался с максимальной выгодой для предприятия.

4. ***Процессный подход.*** Результативность достигается более эффективно, если соответствующими этапами и действиями управляют как процессом.

5. ***Системный подход к управлению (менеджменту).*** Системный подход подразумевает создание системы управления качеством, а ее элементами становятся те или иные процессы.

6. ***Непрерывное улучшение.*** Постоянная задача арматурного предприятия.

7. ***Фактический подход к принятию решений.*** Эффективные решения базируются на логическом и интуитивном анализе данных и информации.

8. ***Взаимовыгодные отношения с поставщиками.*** Способность предприятия и ее поставщиков создавать конкурентоспособную арматуру усиливается посредством взаимовыгодных отношений.

Этапы разработки и внедрения системы менеджмента качества арматуры. В соответствии со стандартом ИСО 9000:2000 подход к разработке и внедрению системы управления качеством состоит из нескольких этапов, включающих следующее:

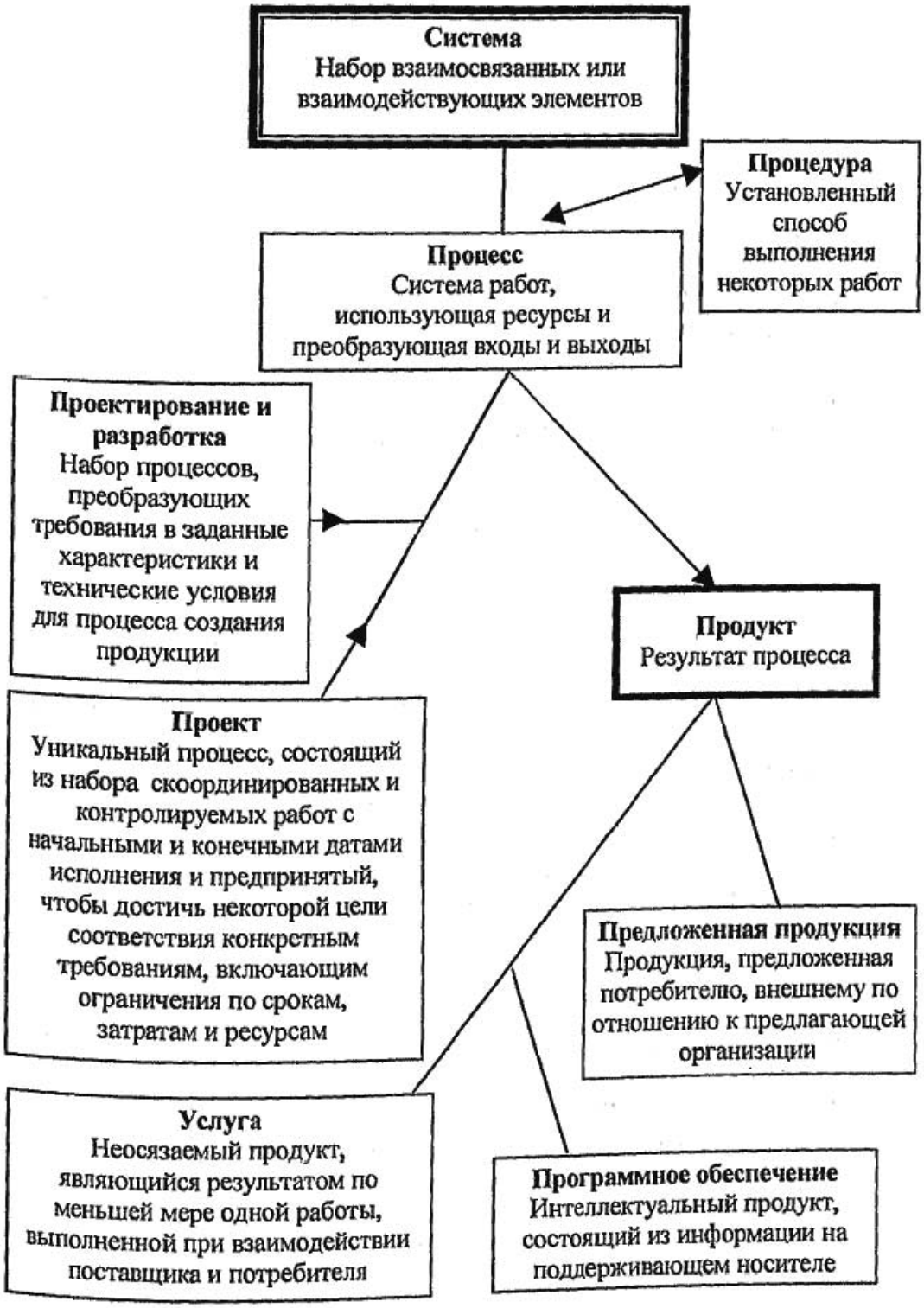


Рис. 2.2.3. Понятия, относящиеся к управлению по ИСО 9000:2000

1) определение потребностей и ожиданий потребителя;

2) установление политики и целей предприятия в области качества;

3) определение процессов, необходимых для достижения целей в области качества и распределение обязанностей;

4) установление показателей эффективности каждого процесса по отношению к достижению целей в области качества;

5) применение показателей, позволяющих определить эффективность каждого процесса;

6) определения средств предупреждения несоответствий и исключения их причин;

7) поиск возможностей повышения эффективности и результативности процессов;

8) определение и установление приоритетов среди тех возможностей улучшений, которые могут обеспечить оптимальный результат;

9) планирование стратегий, процессов и ресурсов для реализации выявленных возможностей улучшения;

10) выполнение плана;

11) мониторинг результатов улучшений;

12) оценивание полученных результатов по отношению к ожидаемым;

13) рассмотрение мероприятий по улучшению с тем, чтобы определить последующие действия.

Аналогичный подход применим к ведению и улучшению существующей системы менеджмента качества [24].

Арматурное предприятие, осуществляющее данный подход, создает доверие к возможностям его процессов и качеству его арматуры, а также обеспечивает базис для их непрерывного улучшения. Это ведет к повышению удовлетворенности потребителей, а также к успеху как предприятия, так и ее потребителей.

По стандарту ИСО 9001:2000 арматурное предприятие должно учреждать, документировать, внедрять, поддерживать и постоянно улучшать систему управления качеством в соответствии с требованиями данного международного стандарта.

Чтобы внедрить систему менеджмента качества, организация должна:

а) выявить необходимые для системы процессы;

б) определить требуемые критерии и методы, позволяющие гарантировать эффективное функционирование и контроль этих процессов;

г) измерять, вести мониторинг и анализировать эти процессы, а также предпринимать необходимые действия, чтобы достичь запланированных результатов и непрерывного совершенствования.

Предприятие должно управлять этими процессами в соответствии с требованиями настоящего международного стандарта.

Документация системы управления качеством включает:

а) документированные процедуры, требуемые этим стандартом;

б) документы, в которых нуждается организация для обеспечения эффективного функционирования и контроля ее процессов.

Объем документации по системе менеджмента качества будет зависеть от следующих факторов:

а) размер и тип организации;

б) сложность и взаимосвязь процессов;

в) компетентность персонала.

2.3. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АРМАТУРЫ МЕТОДАМИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ИЗДЕЛИЙ

Для установления параметров арматуры используют различные теоретические и экспериментальные методы оптимизации в соответствии с разнообразием условий и требований к методам оптимизации [17].

Типовая блок-схема системы оптимизации параметров арматуры приведена на рис. 2.3.1. Она охватывает показатели качества, целевую функцию, параметры обеспечения. Степень выполнения норм используется при анализе и коррекции результатов оптимизации.

Требования к системе оптимизации параметров арматуры. К результатам оптимизации предъявляются следующие требования: точность, полнота, детальность, своевременность, оценка результатов.

Основным требованием является требование к точности оптимизации, т.е. близости полученных расчетным (или экспериментальным) путем оптимальных параметров к действительно оптимальным. Мерой точности оптимизации могут быть отклонения найденных расчетным путем оптимальных параметров $P_{\text{опт.р}}$ от действительно оптимальных $P_{\text{опт}}$:

$$\Delta P = P_{\text{опт.р}} - P_{\text{опт}}$$

или соответствующее отклонение целевой функции оптимизации

$$\Delta Ц = Ц_{\text{опт.р}} - Ц_{\text{опт}},$$

где $Ц_{\text{опт. р}}$ и $Ц_{\text{опт}}$ – соответственно значения целевой функции при значениях параметров, найденных расчетным путем, и действительно оптимальных.

Рис. 2.3.1. Типовая блок-схема системы оптимизации параметров арматуры

Так как погрешности ΔP и $\Delta Ц$ являются случайными величинами, то их характеризуют математическим ожиданием и среднеквадратичным отклонением.

Полнота результатов характеризует уровень охвата оптимизацией функциональных параметров арматуры, отклонения которых существенно влияют на значение целевой функции. Детализация результатов заключается в доведении оптимизации до единичных параметров: линейных и угловых размеров, механических свойств материала, отклонений параметров точности.

Мерой полноты и детализации оптимизации могут служить погрешности целевой функции, вызванные тем, что часть параметров не охвачена оптимизацией, и тем, что оптимизация не доведена до единичных показателей.

Важным требованием к результатам оптимизации является своевременность их получения. Чем раньше относительно некоторого характерного момента времени жизненного цикла арматуры производится ее оптимизация (с заданной точностью, детализацией и полнотой), тем больше от нее пользы, так как результаты можно использовать на более ранних стадиях разработки. Поэтому есть некоторый оптимальный срок завершения оптимизации.

Для удовлетворения указанных требований к результатам применяют ***количественные методы оптимизации параметров*** арматуры. Они базируются на теории и практике проектирования и разработки изделий, на методах исследования операций, теории сложных систем, теории принятия решений, методах моделирования при помощи ЭВМ [24].

В зависимости от характера преобладающих процедур методы оптимизации параметров изделий подразделяются на *теоретические* (преобладают вычислительные процедуры), *экспериментальные* (преобладают экспериментальные процедуры) и *экспериментально-теоретические* (существенны как вычислительные, так и экспериментальные процедуры).

Оптимальное планирование эксперимента и анализ экспериментальных данных. Точность и достоверность результатов экспериментальной оптимизации определяются надежностью исходных данных, точностью их обработки, а также адекватностью математической модели качества изделия.

Рассмотрим в качестве примера экспериментальное определение контурной площади контакта уплотнительных поверхностей моделируемого затвора предохранительного клапана [25].

Постановка задачи. Соприкосновение металлических уплотнительных поверхностей происходит в отдельных точках, и площадь фактического контакта составляет лишь малую часть от номинальной площади. Существенное влияние на площадь фактического контакта оказывают микрогеометрия и структура материала контактирующих поверхностей.

При расчете силы герметизации в затворе с учетом макрогеометрии поверхностей выделяют контурную площадь контакта, включающую фактическую [6; 26]. Величина контурной площади зависит, в том числе, и от глубины проникновения рабочей среды между контактирующими поверхностями. Границей уплотнения является контур, имеющий сложную конфигурацию (рис. 2.3.2).

Реализация эксперимента по определению контурной площади контакта уплотнительных поверхностей для предохранительных клапанов является актуальной задачей в связи с тем, что завышенное значение силы герметизации (при ее расчете относительно номинальной площади) отражается на срабатывании затвора при аварийном повышении давления среды в системе.

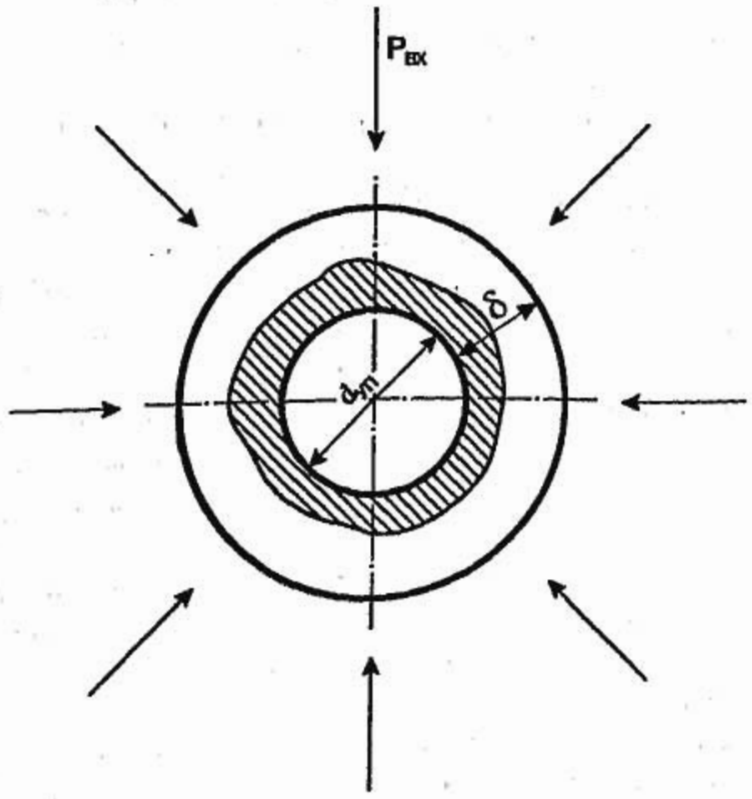


Рис. 2.3.2. Контурная площадь контакта уплотнительных поверхностей

Выбор и обоснование влияющих факторов. В результате анализа работы клапана было выдвинуто предположение о влиянии на контурную площадь контакта параметров шероховатости рабочих поверхностей клапана $Rz_{кл}$ и седла Rz_c, ширины уплотнительного пояска седла δ, давления рабочей среды $p_{вх}$ и времени воздействия рабочей среды на клапанный затвор τ.

Группа факторов выбиралась с учетом основных требований, предъявляемых к факторам при системном подходе: независимости, управляемости, совместимости. Диапазон изменения факторов определялся, с одной стороны, реальными условиями работы клапанного узла (давление, время воздействия рабочей среды на клапанный затвор), с другой стороны, – технологическими возможностями их получения (шероховатость поверхностей клапана и седла).

При выборе интервалов между уровнями исходили из требований, чтобы величина интервала для каждого фактора была не ниже величины удвоенной ошибки измерения по данному фактору.

Для построения план-матрицы экспериментов планируемые значения факторов на каждом уровне из натуральных переведены в кодовые (табл. 2.3.1).

Таблица 2.3.1

Факторы	Условное обозначение	Уровни факторов				
		0	1	2	3	4
Шероховатость рабочей поверхности клапана	$Rz_{кл}$, мкм	1,6 (1,6)	0,8 (0,63)	0,4 (0,4)	0,2 (0,16)	0,1 (0,1)
Шероховатость рабочей поверхности седла	Rz_c, мкм	1,6 (1,6)	0,8 (0,63)	0,4 (0,4)	0,2 (0,16)	0,1 (0,1)
Ширина уплотнительного пояска седла	δ, мм	0,3 (0,294)	0,6 (0,583)	0,9 (0,890)	1,2 (1,212)	1,5 (1,495)
Давление рабочей среды	$p_{вх}$, кПа	0,5	6,5	12,5	18,5	24,5
Время воздействия рабочего тела на клапанный затвор	τ, с	20	165	310	455	600

Примечание. В скобках приведены фактические значения уровней факторов.

При полном факторном эксперименте пятифакторной пятиуровневой системы необходимо проверить $5^5 = 3125$ сочетаний. Экспериментальное исследование было проведено с помощью дробного факторного эксперимента с применением латинских квадратов пятого порядка, четыре из которых были ортогональными, пятый – упорядоченным [25].

План-матрица и результаты экспериментов представлены в табл. 2.3.2, фактическое распределение коэффициента контурной площади контакта K_S и теоретическое – на рис. 2.3.3, где среднеарифметическое значение K_S составило 0,4083; среднеквадратичное отклонение $\sigma = 0{,}135$. Коэффициент K_S определялся по следующей методике. По результатам каждого эксперимента фиксировалось значение силы F_0 (рис. 2.3.4), при которой клапан отрывался от рабочей поверхности седла, а затем рассчитывался коэффициент контурной площади контакта по формуле

$$K_S = \frac{F_0 - 0{,}25\pi d_{\text{уп}}^2 p_{\text{вх}}}{\pi\delta(\delta + d_{\text{уп}})p_{\text{вх}}},$$

где $d_{\text{уп}}$ – диаметр уплотнительного пояска.

Для уменьшения влияния систематических ошибок порядок проведения опытов был рандомизирован с помощью таблицы случайных чисел.

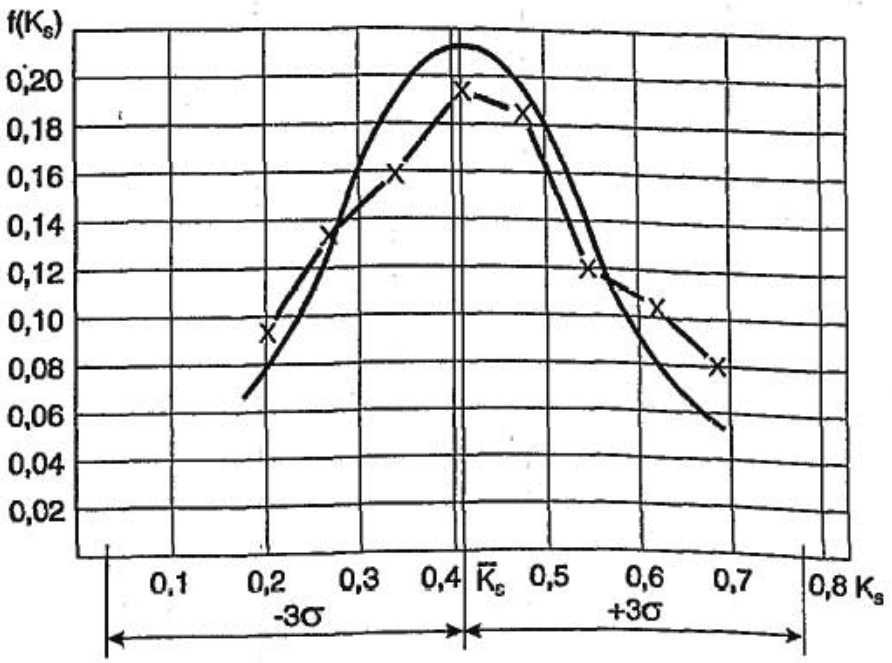


Рис. 2.3.3. Распределение коэффициента контурной площади контакта уплотнений:
— × — – эксперимент; —— – теоретическая кривая

Таблица 2.3.2

Номер опыта по плану	Случайный порядок	Уровни факторов					Коэффициент контурной площади контакта K_S					
		$Rz_{кл}$	Rz_c	δ	$p_{вх}$	τ	1	2	3	4	5	6
1	3	2	4	1	3	0	0,316	0,445	0,396	0,375	0,377	0,382
2	19	1	4	2	0	3	0,633	0,647	0,717	0,643	0,645	0,715
3	7	2	3	4	0	1	0,644	0,646	0,716	0,647	0,714	0,717
4	25	3	2	1	0	4	0,573	0,639	0,710	0,645	0,641	0,710
5	4	3	1	4	2	0	0,515	0,442	0,445	0,394	0,376	0,511
6	11	2	2	2	2	2	0,443	0,512	0,449	0,461	0,446	0,306
7	22	0	1	2	3	4	0,304	0,237	0,207	0,169	0,309	0,177
8	1	0	0	0	0	0	0,236	0,309	0,261	0,304	0,313	0,309
9	20	2	1	0	4	3	0,396	0,373	0,448	0,319	0,375	0,392
10	18	0	2	4	1	3	0,235	0,237	0,306	0,304	0,186	0,305
11	5	4	3	2	1	0	0,374	0,446	0,512	0,515	0,449	0,381
12	21	4	4	4	4	4	0,519	0,442	0,458	0,540	0,514	0,471
13	15	1	0	4	3	2	0,168	0,235	0,306	0,238	0,236	0,304
14	14	0	3	1	4	2	0,191	0,239	0,182	0,165	0,315	0,235

Окончание табл. 2.3.2

Номер опыта по плану	Случайный порядок	Уровни факторов					Коэффициент контурной площади контакта K_S					
		$Rz_{кл}$	Rz_c	δ	$p_{вх}$	τ	1	2	3	4	5	6
15	24	2	0	3	1	4	0,241	0,274	0,317	0,235	0,242	0,310
16	9	4	2	0	3	1	0,400	0,373	0,443	0,445	0,379	0,375
17	13	4	1	3	0	2	0,578	0,645	0,711	0,641	0,621	0,711
18	10	0	4	3	2	1	0,306	0,317	0,237	0,241	0,235	0,202
19	2	1	2	3	4	0	0,513	0,452	0,443	0,374	0,384	0,403
20	12	3	4	0	1	2	0,442	0,451	0,457	0,443	0,318	0,378
21	8	3	0	2	4	1	0,236	0,174	0,310	0,169	0,167	0,305
22	23	1	3	0	2	4	0,374	0,375	0,379	0,447	0,311	0,442
23	6	1	1	1	1	1	0,445	0,381	0,442	0,399	0,378	0,374
24	17	4	0	1	2	3	0,171	0,195	0,236	0,239	0,311	0,317
25	16	3	3	3	3	3	0,512	0,514	0,521	0,421	0,389	0,402

Предварительный анализ данных. При проведении экспериментов использовалась последовательная шаговая стратегия, заключающаяся в том, что после каждого эксперимента проводился анализ данных внутри экспериментов и между опытами. Анализ данных внутри экспериментов осуществлялся для исключения результатов грубых измерений ("промахов").

Природа "промахов" в данном исследовании могла быть весьма разнообразной – это и неоднородность материала исследованных образцов, и ошибки при измерениях их показателей и т.д.

Проверка опытных данных внутри экспериментов проводилась по *V*-критерию и включала определение:

среднего арифметического всех m значений K_S

$$\overline{K_S} = \frac{K_{S_1} + K_{S_2} + \ldots + K_{S_i}}{m} = \frac{\sum K_{S_i}}{m};$$

дисперсии

$$S_и^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} (K_{S_i} - \overline{K_S})^2}{m-1};$$

среднеквадратичного отклонения

$$S_и = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=m} (K_{S_i} - \overline{K_S})^2}{m-1}};$$

величины *V*-критерия

$$V = \frac{[K_{S_i} - \overline{K_S}]_{max}}{S_и \sqrt{\frac{m}{m-1}}}.$$

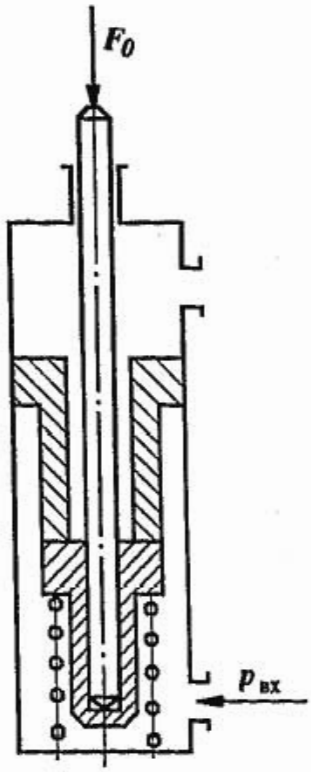


Рис. 2.3.4. Схема клапанного узла для определения контурной площади контакта уплотнений

Таблица 2.3.3

Номер эксперимента	Коэффициент контурной площади контакта K_S						Среднее арифметическое K_S	Дисперсия $S_и^2$	Среднеквадратичное отклонение $S_и$	Модуль разности максимальный $[K_{S_i} - \overline{K}_S]_{max}$	Величина V-критерия
	Номер опыта										
	1	2	3	4	5	6					
3	0,516	0,445	0,396	0,375	0,377	0,382	0,415	0,003119	0,056	0,101	1,80
19	0,633	0,647	0,717	0,643	0,645	0,715	0,667	0,001484	0,0385	0,050	1,29
7	0,644	0,646	0,716	0,647	0,714	0,717	0,681	0,001479	0,0383	0,037	0,96
.....											
10	0,305	0,317	0,237	0,235	0,202	0,256	0,256	0,002013	0,065	0,115	1,76
2	0,513	0,452	0,443	0,374	0,384	0,403	0,428	0,002701	0,052	0,085	1,63
12	0,442	0,451	0,457	0,443	0,318	0,378	0,415	0,003070	0,055	0,097	1,76

Надежность, принятая в исследовании $\alpha = 0{,}95$. При $\alpha = 0{,}95$ и числе повторений $m = 6$ табличное значение V-критерия равно двум [25]. Результаты анализа приведены в табл. 2.3.3. Поскольку экспериментальные значения V-критерия меньше табличных ($V_{эксп} < V_{табл}$), результаты всех экспериментов годны и, следовательно, можно приступить к анализу данных между опытами.

Для проверки результатов между опытами, т.е. воспроизводимости опытов, использовался критерий Кохрена G, основанный на сравнении дисперсий всех опытов. Расчет дисперсий по опытам приведен в табл. 2.3.4.

Критерий Кохрена в данной задаче при анализе результатов применяется потому, что в каждом опыте имеется одинаковое количество наблюдений $N = 25$:

$$G_{эксп} = \sigma^2_{max} / \Sigma\sigma^2 = 0{,}024/0{,}132 = 0{,}1818.$$

Таблица 2.3.4

Номер эксперимента	Коэффициент контурной площади контакта K_S					
	Номер опыта					
	1	2	3	4	5	6
1	0,236	0,309	0,261	0,304	0,313	0,309
2	0,513	0,452	0,443	0,374	0,384	0,403
3	0,516	0,445	0,396	0,375	0,377	0,382
.....						
24	0,241	0,274	0,317	0,235	0,242	0,310
25	0,573	0,639	0,710	0,645	0,641	0,710
$\sum_{1}^{25} K_s$	9,965	10,0	10,609	9,773	9,630	10,174
$\overline{K_s} = \sum_{N} K_s / N$	0,3986	0,40	0,4243	0,391	0,3852	0,408
σ^2	0,021	0,019	0,024	0,023	0,021	0,024

Табличное значение критерия Кохрена $G_{табл}$ для параллельных опытов ($m = 6$), степеней свободы каждого опыта $f_и = n - 1 = 25 - 1 = 24$ и уровня значимости $\beta = 0,05$ составляет величину 0,33. Поскольку $G_{эксп} < G_{табл}$, можно считать, что опыты воспроизводимы с надежностью $\alpha = 0,95$; следовательно, все экспериментальные данные принимают участие в дальнейшем анализе.

Анализ распределения исследуемого признака. При анализе распределения коэффициента контурной площади контакта уплотнительных поверхностей предполагалось, что контурная площадь определяется воздействием не одного-двух, а многих факторов, примерно равнозначных по своему вкладу. Данное предположение приводит к предпосылке о нормальном законе распределения, поэтому и дальнейший анализ исходит из нормальности распределения результатов.

Совокупность экспериментальных значений разбивалась на $K = 8$ разрядов с величиной разряда

$$C = \frac{K_{S\max} - K_{S\min}}{K} = 0,069.$$

Экспериментальное распределение характеризуется $K_S = 0,4083$ – среднеарифметическим и $\sigma = 0,135$ – среднеквадратичным отклонениями и описывается зависимостью

$$f(K_S) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{\frac{(K_{S_i} - \overline{K}_S)^2}{2\sigma^2}}.$$

Сравнение распределений произведено по критерию χ^2. При $\chi^2 = 10,88$ и степенях свободы $f = 5$ различие между фактическим и теоретическим значениями признается случайным.

Регрессионный анализ результатов экспериментов. Уравнение множественной корреляции коэффициента контурной площади контакта предполагалось найти в виде отношения произведения частных зависимостей по факторам, к генеральной средней величине всех наблюдений в степени на единицу меньшей числа факторов.

Частные зависимости по факторам были определены с помощью группировки значений коэффициента K_S по уровням факторов и их усреднением по количеству наблюдений. В результате обработки наблюдений получены частные зависимости коэффициента контурной площади контакта (рис. 2.3.5) от следующих факторов:

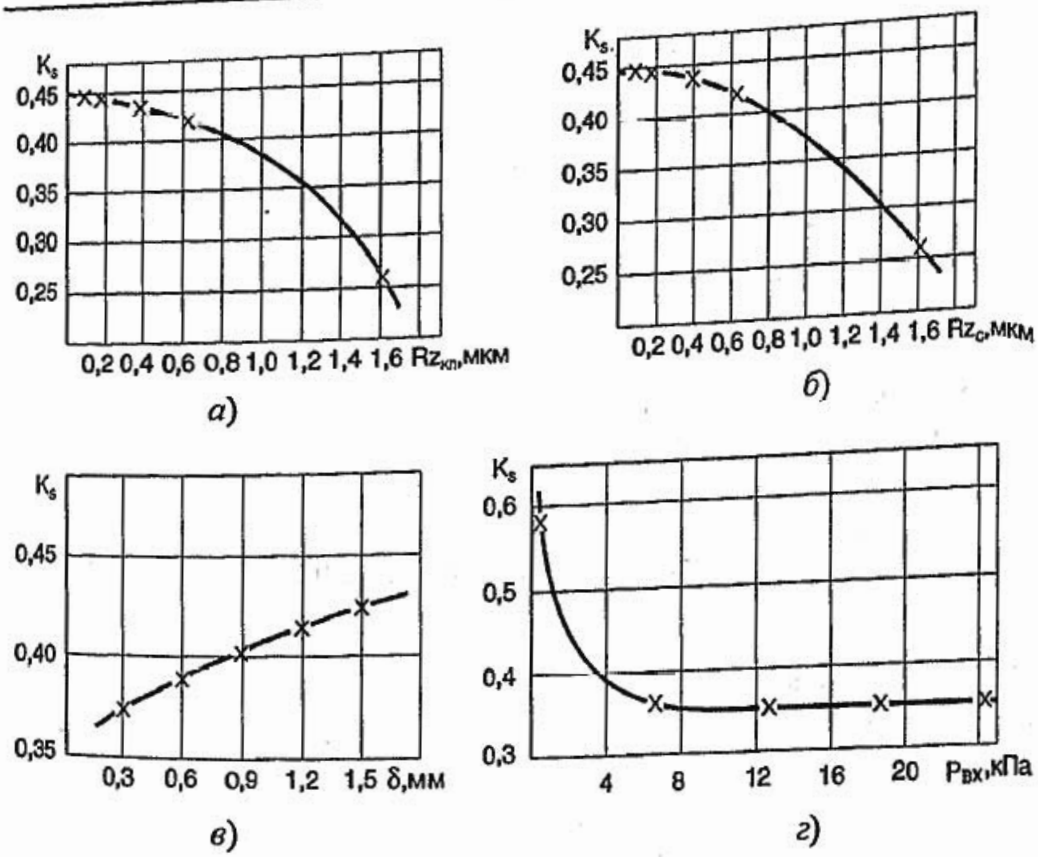


Рис. 2.3.5. Зависимость коэффициента контурной площади контакта от параметра шероховатости уплотнительной поверхности тарелки (*а*), седла (*б*), ширины уплотнительного пояска седла (*в*), давления среды (*г*)

а) параметра шероховатости рабочей поверхности клапана

$$K_S = 0{,}441 + 0{,}033 Rz_{кл} - 0{,}094 Rz_{кл}^2$$

при условии $0{,}1 \le Rz_{кл} \le 1{,}6$ мкм;

б) параметра шероховатости рабочей поверхности седла

$$K_S = 0{,}443 + 0{,}021 Rz_c - 0{,}086 Rz_c^2$$

при условии $0{,}1 \le Rz_c \le 1{,}6$ мкм;

в) ширины уплотнительного пояска седла

$$K_S = 0{,}408\delta^{0{,}076}$$

при условии $0{,}294 \le \delta \le 1{,}495$ мм;

г) давления рабочей среды перед клапаном

$$K_S = \frac{p_{вх}}{2{,}872 p_{вх} - 0{,}582}$$

при условии $0{,}5 \le p_{вх} \le 24{,}5$ кПа;
д) времени воздействия рабочей среды на клапанный затвор

$$K_S = 0{,}4$$

при условии $20 \le \tau \le 600$ с.
Обобщенная зависимость

$$K_S = \frac{0{,}43\, p_{вх} \delta^{0{,}076}}{p_{вх} - 0{,}203}(1 + 0{,}074 Rz_{кл} - 0{,}213 Rz_{кл}^2)(1 + 0{,}045 Rz_c - 0{,}194 Rz_c^2).$$

Для клапанных затворов с параметром шероховатости контактирующих поверхностей $Rz \le 0{,}4$ мкм обобщенную зависимость можно представить в виде

$$K_S = \frac{0{,}43 p_{вх} \delta^{0{,}076}}{p_{вх} - 0{,}203}.$$

Проверка адекватности полученной модели осуществлялась по экспериментальным и расчетным значениям индекса корреляции, расчет которого приведен в табл. 2.3.5.

Таблица 2.3.5

Экспериментальное K_S	$K_S - \overline{K}_S$	$(K_S - \overline{K}_S)^2$	Расчетное K_S	$K_{S_э} - \overline{K}_{S_р}$	$(K_{S_э} - \overline{K}_{S_р})^2$
0,415	+0,007	–	0,416	–0,001	–
0,667	+0,259	0,062	0,691	–0,024	–
0,681	+0,273	0,074	0,744	–0,063	0,003
.....					
0,403	–0,005	–	0,390	+0,013	–
0,245	–0,163	0,026	0,242	+0,003	–
0,460	+0,052	0,002	0,445	+0,015	–
$K_S = 0{,}408$	–	$\sigma^2 = 0{,}022$	$\overline{K}_S = 0{,}400$	–	$\sigma^2_р = 0{,}00044$

Таблица 2.3.6

Индекс корреляции R	Качественная оценка
0,80 ... 1,00	Очень хорошо
0,63 ... 0,80	Хорошо
0,37 ... 0,63	Удовлетворительно
0,20 ... 0,37	Плохо
0,20	Очень плохо

Индекс корреляции

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sigma_p^2}{\sigma^2}} = \sqrt{1 - \frac{0{,}00044}{0{,}022}} = 0{,}99.$$

Высокое значение индекса корреляции (табл. 2.3.6) свидетельствует о правильности выдвинутой перед исследованием гипотезы о влиянии шероховатости, ширины пояска, давления рабочей среды на контурную площадь контакта, а также о правильности составленных математических моделей.

2.4. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ДЕТАЛЕЙ АРМАТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

В машиностроении созданы и широко используются в производстве методы обработки, позволяющие управлять качеством поверхности в широких пределах. Сложные условия, в которых работают детали машин и, в частности, трубопроводной арматуры, привели к созданию большого количества таких методов и требуют их комбинированного применения и оптимизации выбора.

Блок-схема системы выбора методов и средств технологического оснащения при механической обработке деталей арматуры представлена на рис. 2.4.1. Система удовлетворяет конструктивные требования к точности деталей с учетом программы их выпуска, принятых ограничений по заготовкам, парку станков.

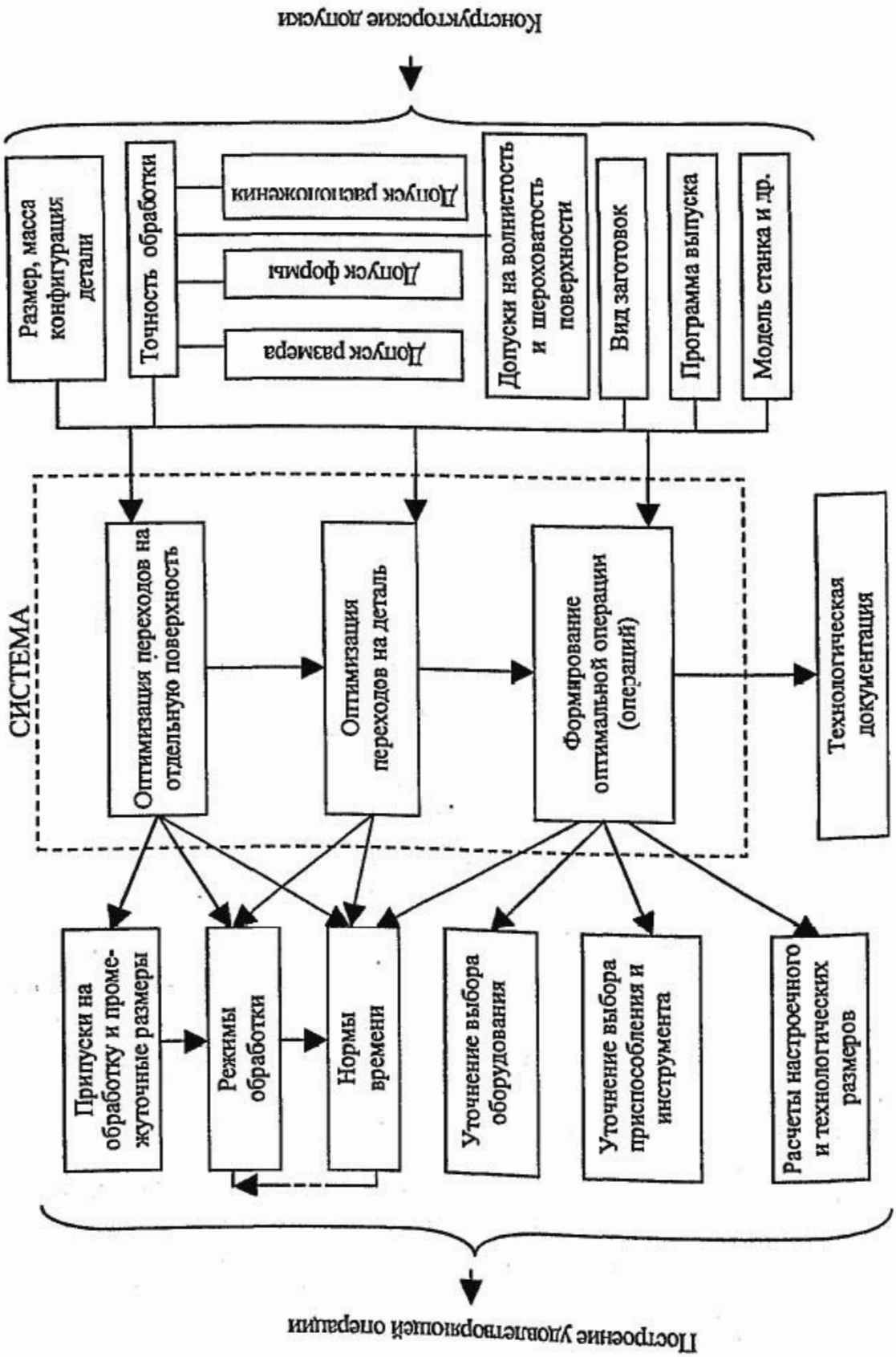


Рис. 2.4.1. Блок-схема построения станочных операций

Требования к методам управления качеством поверхностей деталей арматуры. Для придания поверхностям деталей специальных свойств могут применяться различные технологические методы, классификация которых представлена на рис. 2.4.2 [3, 11].

Широкие возможности и целесообразность применения этих методов определяются не только условиями обеспечения производительности, но и необходимостью создания поверхностей деталей арматуры с оптимальными физико-химическими и физико-механическими свойствами [12, 26, 29].

Специальные методы (см. рис. 2.4.2) обеспечивают в основном оптимальную микрогеометрию поверхности.

Вибрационное обкатывание в отличие от распространенных методов обработки поверхностей имеет две особенности: во-первых, микрорельеф создается не в результате резания, а за счет вдавливания, что существенно влияет на форму неровностей; во-вторых, рисунок микрорельефа регламентируется, т.е. на поверхности деталей создается регулярная, заданной формы система канавок, позволяющая оптимизировать ряд весьма важных параметров, например, площадь контакта соприкасающихся деталей (шпинделя и сальниковой набивки), маслоемкость трущихся поверхностей (деталей привода).

Для практического использования предложено несколько видов микрорельефов: с несоприкасающимися (рис. 2.4.3, *а*), касающимися (рис. 2.4.3, *б*) и пересекающимися (рис. 2.4.3, *в*) канавками. Для создания большей герметичности резинометаллических уплотнений рекомендуется третий вид, а надежности – микрорельеф, соответствующий траектории взаимного перемещения деталей [7].

Применение вибрационного обкатывания позволяет резко сократить время приработки трущихся пар, увеличить их контактную жесткость, существенно повысить герметичность и износоустойчивость уплотнений, тем самым повысить показатели назначения и надежности арматуры. Кроме того, виброобкатывание плоских поверхностей позволяет получить (при соответствующем режиме обработки) свыше 100 пятен (волн) на площади 25×25 мм^2 вместо 25 ... 30 после шабрения. В результате контактная жесткость повышается в 2–3 раза, а износоустойчивость – в 4 раза.

Применение инструментов из алмазов и ***эльбора*** также позволяет создавать поверхности деталей арматуры с оптимальной микрогеометрией. Например, замена шлифования абразивным инструментом на шлифование кругами из эльбора приводит к четырехкратному возрастанию контактной жесткости. Хонингование алмазными брусками позволяет в 1,5–2 раза увеличить опорную площадь и радиусы закругления вершин по сравнению с хонингованием абразивными брусками.

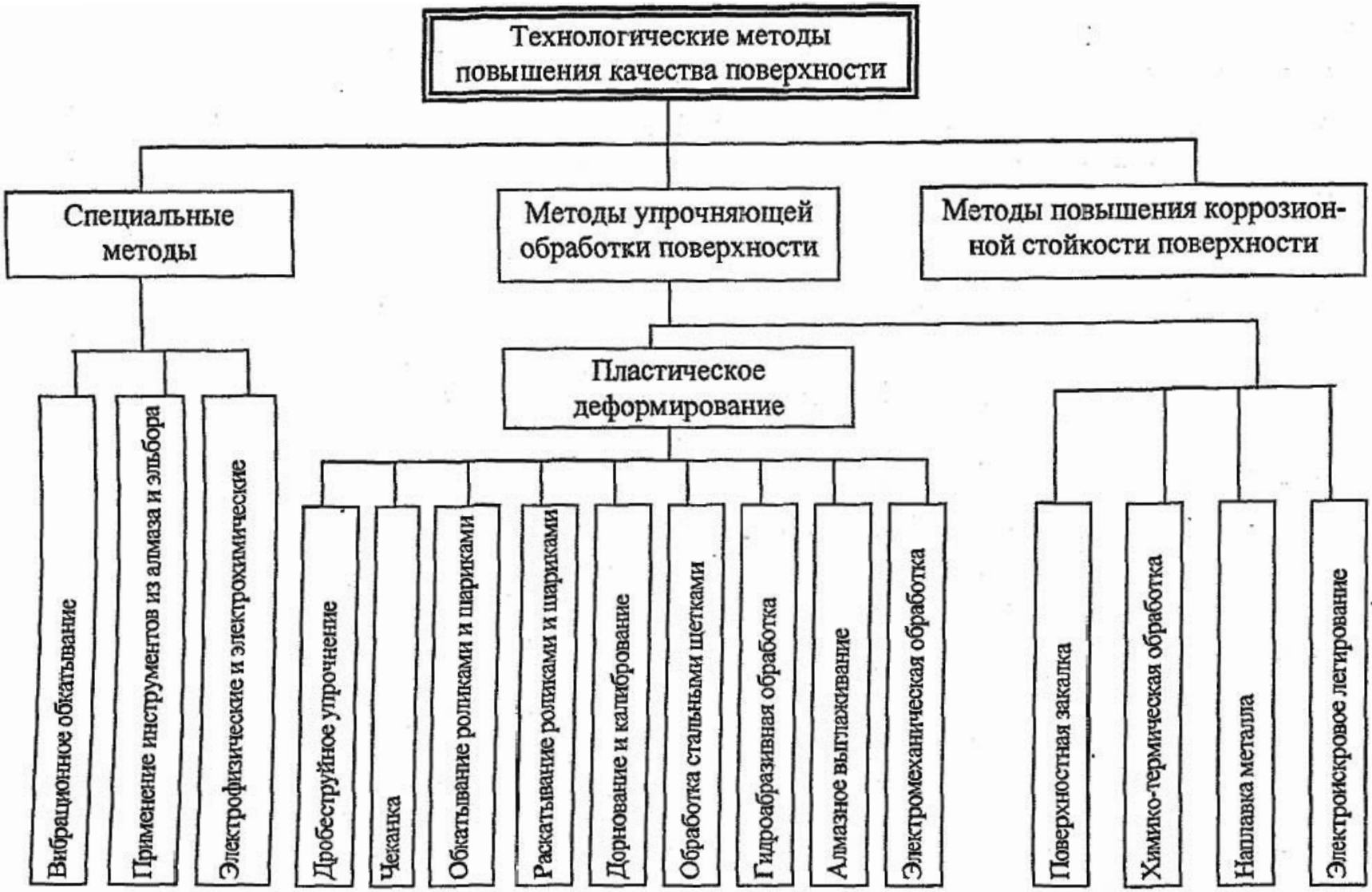
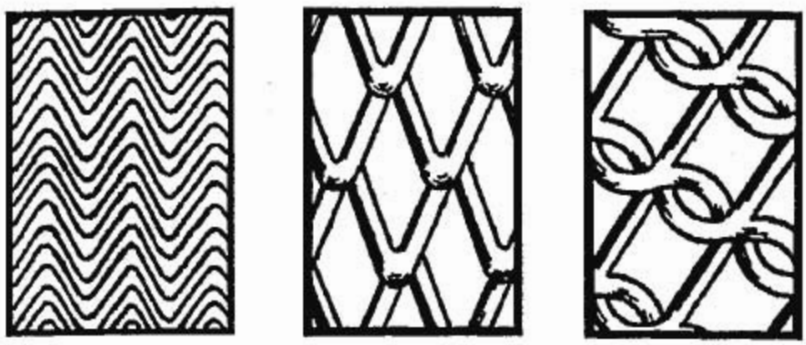


Рис. 2.4.2. Классификация технологических методов повышения качества поверхностей деталей арматуры



а) *б)* *в)*

Рис. 2.4.3. Различные виды микрорельефа, получаемые методом вибрационного обкатывания

Электрофизические и ***электрохимические методы*** обработки позволяют изменять в нужном направлении физико-механические и химические свойства поверхностного слоя деталей арматуры для повышения износостойкости, твердости, коррозионной стойкости, жаростойкости и т.д. Эти процессы осуществляются практически без силового воздействия, обеспечивая минимальную шероховатость поверхности со скругленными вершинами микронеровностей, тем самым увеличивается опорная поверхность.

Методы упрочняющей обработки поверхностей (см. рис. 2.4.2) в основном предназначены для улучшения физико-механических свойств поверхностного слоя деталей арматуры. Технологические показатели основных методов упрочняющей обработки поверхностей деталей арматуры приведены в табл. 2.4.1–2.4.4 [11].

Дробеструйное деформационное упрочнение наибольшее распространение получило для упрочнения рабочих поверхностей деталей арматуры сложной формы, в результате чего в слое создаются значительные сжимающие напряжения, повышается твердость поверхностного слоя, шероховатость поверхностей уменьшается. Срок службы, например пружин, повышается в 1,5–2 раза.

Такая обработка эффективна для деталей арматуры, работающих при температуре не выше 400 °С, так как более высокие температуры приводят к явлениям, устраняющим эффект упрочнения. Недостатком дробеструйной обработки является невозможность получения на мягких материалах *Ra* меньше 10 … 5 мкм.

Чеканка применяется для упрочнения галтелей шпинделей, сварных швов арматуры.

Таблица 2.4.1

Способ упрочнения	Методы обработки	Технологические показатели							
		Материал заготовки	Точность обработки (квалитет)	Параметры шероховатости поверхности, мкм		Твердость обработанной поверхности	Напряжение сжатия в поверхностном слое, МПа	Толщина упрочненного или нанесенного слоя, мм	
				Ra	*Rz*			минимальная	максимальная
Пластическим деформированием поверхностного слоя: повышение физико-механических свойств поверхностного слоя, изменение значения и знака остаточных напряжений в поверхностном слое, улучшение микрогеометрии	Обработка дробью	Чугун, сталь, сплавы цветных металлов и сплавы на основе титана	Сохраняется от предшествующей	40 … 0,63	160 … 3,2	Увеличивается на 20 … 40 %	4 … 8	0,40	1,00
	Дробеабразивная			5,0 … 0,32	20 … 1,6			0,20	0,60
	Центробежная			Уменьшается в 2–4 раза		Увеличивается на 15 … 60 %		0,30	0,70
	Накатывание роликами			1,25 … 0,04	6,3 … 0,2	Увеличивается на 20 … 50 %	6 … 8	1,00	20,00
	Вибрационное накатывание							1,00	35,00
	Накатывание шариками			0,32 … 0,04	1,6 … 0,2			0,30	5,00
	Поверхностное раскатывание		(5–9)					0,30	5,00
	Упрочнение чеканкой		(14–16)	40 … 5	160 … 20			0,50	35,00
	Упрочнение резанием		(11–13)	20 … 2,50	80 … 10	Увеличивается на 20 … 30 %	3 … 7	0,05	0,50

Продолжение табл. 2.4.1

Способ упрочнения	Методы обработки	Технологические показатели							
		Материал заготовки	Точность обработки (квалитет)	Параметры шероховатости поверхности, мкм		Твердость обработанной поверхности	Напряжение сжатия в поверхностном слое, МПа	Толщина упрочненного или нанесенного слоя, мм	
				Ra	*Rz*			минимальная	максимальная
Пластическим деформированием поверхностного слоя: повышение физико-механических свойств поверхностного слоя, изменение значения и знака остаточных напряжений в поверхностном слое, улучшение микрогеометрии	Виброударная	Чугун, сталь, сплавы цветных металлов и сплавы на основе титана	Сохраняется от предшествующей	10 … 0,63	40 … 3,2	Увеличивается на 20 … 40 %	3 … 6	0,10	0,70
	Гидровиброударная			5,0 … 0,32	20 … 1,6			0,40	0,70
	Галтовка			0,63 … 0,08	3,2 … 0,4	Увеличивается на 10 … 15 %	1 … 2	0,05	0,10
	Гидрогалтовка			0,63 … 0,08	3,2 … 0,4	Увеличивается на 20 … 40 %	2 … 4	0,10	0,30
	Вибрационная галтовка			0,16 … 0,02	0,8 … 0,1	Увеличивается на 10 … 15 %	1 … 1,5	0,05	0,20
	Ультразвуковая упрочняющая			Уменьшаются в 4–16 раз		Увеличивается на 50 … 90 %	8 … 10	0,10	0,90
	Гидрополирование			0,63 … 0,04	3,2 … 0,2	Увеличивается на 20 … 30 %	3 … 7	0,01	0,20
	Алмазное выглаживание					Увеличивается на 30 … 60 %		0,01	0,20

Продолжение табл. 2.4.1

Способ упрочнения	Методы обработки	Технологические показатели						
		Материал заготовки	Точность обработки (квалитет)	Параметры шероховатости поверхности, мкм		Твердость обработанной поверхности	Напряжение сжатия в поверхностном слое, МПа	Толщина упрочненного или нанесенного слоя, мм
				Ra	*Rz*			минимальная / максимальная
Поверхностной химико-термической (термодиффузионной) обработкой: изменение физико-химических свойств и структуры поверхностного слоя, изменение значения и знака остаточных напряжений в поверхностном слое	Цементация	Низкоуглеродистая сталь	Коробление 0,05 … 0,15 мм	Увеличивается в 2–4 раза		60 … 70 HRC	4 … 10	0,50 / 2,00
	Азотирование	Сталь, чугун	Коробление 0,05 … 0,10 мм			650 … 1200 HV		0,05 / 0,60
	Цианирование	Сталь				60 … 75 HRC		0,01 / 2,50
	Алитирование	Сталь, чугун	Коробление 0,05 … 0,15 мм			–	–	0,05 / 0,50
	Хромирование					1600 … 2000 HV		0,02 / 0,30
	Силицирование		Коробление 0,05 … 0,10 мм			–		0,02 / 0,03
	Сульфидирование			Не изменяется			3 … 8	0,05 / 1,00

Продолжение табл. 2.4.1

Способ упрочнения	Методы обработки	Технологические показатели						
		Материал заготовки	Точность обработки (квалитет)	Параметры шероховатости поверхности, мкм		Твердость обработанной поверхности	Напряжение сжатия в поверхностном слое, МПа	Толщина упрочненного или нанесенного слоя, мм
				Ra	*Rz*			минимальная / максимальная
Поверхностной термической обработкой, изменение физико-механических свойств и структуры поверхностного слоя, изменение значения и знака остаточных напряжений	Закалка с нагревом газовым пламенем	Сталь, чугун	Коробление 0,03 ... 0,1 мм	Увеличивается в 2 раза		40 ... 70 HRC	3 ... 8	0,50 / 10,00
	Закалка с нагревом ТВЧ	Сталь	Коробление 0,03 ... 0,07 мм	Не изменяется				0,20 / 10,00
Наплавкой материалов с высокими эксплуатационными свойствами	Ручная газовая наплавка	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов	Значительная деформация	Грубая поверхность		1960 ... 3920 HB	1 ... 5*	0,50 / до 20,00
	Ручная электродуговая наплавка							2,00 / до 20,00

Продолжение табл. 2.4.1

Способ упрочнения	Методы обработки	Технологические показатели							
		Материал заготовки	Точность обработки (квалитет)	Параметры шероховатости поверхности, мкм		Твердость обработанной поверхности	Напряжение сжатия в поверхностном слое, МПа	Толщина упрочненного или нанесенного слоя, мм	
				Ra	*Rz*			минимальная	максимальная
Наплавкой материалов с высокими эксплуатационными свойствами	Электродуговая биметаллизация	Сталь и сплавы цветных металлов	(14–16)	Грубая поверхность		2450 … 4410 НВ	1 … 5*	1,00	3,00 … 5,00
	Механизированная наплавка под слоем флюса	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов	Значительная деформация					1,50	40,00
						4900 … 6375 НВ		2,00	до 40,00
	Вибродуговая наплавка		Незначительная деформация					0,30	3,00
Напылением покрытия на рабочие поверхности деталей с высокими эксплуатационными свойствами	Газовая металлизация	Металлы и неметаллические материалы	Деформации нет			1177 … 4119 НВ	**	0,30	15,00
	Электро-металлизация							1,30	15,00
	Плазменная металлизация	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов	Незначительная деформация			4903 … 19620 НВ		0,30	20 … 30

Продолжение табл. 2.4.1

Способ упрочнения	Методы обработки	Технологические показатели							
		Материал заготовки	Точность обработки (квалитет)	Параметры шероховатости поверхности, мкм		Твердость обработанной поверхности	Напряжение сжатия в поверхностном слое, МПа	Толщина упрочненного или нанесенного слоя, мм	
				Ra	*Rz*			минимальная	максимальная
Нанесением покрытия с высокими эксплуатационными свойствами электролитическим способом	Хромирование	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов	Деформации нет, точность сохраняется от предшествующей обработки	2,5 … 0,32	10 … 1,6	4903 … 11770 HB	••	0,01	1,00
	Твердое никелирование							0,05	2,00
	Осталивание			20 … 2,50	80 … 10	1177 … 5886 HB	–	0,20	5,00
	Борирование	Сталь	Деформации нет, точность сохраняется от предшествующей обработки	10 … 0,63	40 … 3,2	392 … 1177 HB	–	0,05	2,00
	Наращивание тонких слоев сплавов	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов							
	Эматалирование	Сталь, чугун, цветные металлы, алюминий и его сплавы		–		–	–	0,001	0,012
	Глубокое оксидирование	Алюминий и его сплавы		–		–	–	0,01	0,20 … 0,30

Окончание табл. 2.4.1

Способ упрочнения	Методы обработки	Технологические показатели							
		Материал заготовки	Точность обработки (квалитет)	Параметры шероховатости поверхности, мкм		Твердость обработанной поверхности	Напряжение сжатия в поверхностном слое, МПа	Толщина упрочненного или нанесенного слоя, мм	
				Ra	*Rz*			минимальная	максимальная
Нанесением покрытия на рабочие поверхности деталей химическим способом	Никелирование, хромирование, покрытие кобальтом и никелькобальтом	Чугун, цветные металлы	Деформации нет	2,5 ... 0,08	10 ... 0,4	–	–	0,01	0,30
Нанесением покрытия из неметаллических материалов	Эмалирование	Сталь, чугун	Незначительная деформация	20 ... 2,5	80 ... 10	–	–	0,05	0,30
	Лакокрасочные покрытия	Металлы и неметаллы	Деформации нет						
	Покрытие пластмассами и специальными материалами							0,15	0,30

* Растягивающее напряжение.

** На наружных цилиндрических поверхностях возникают напряжения сжатия, а на внутренних – напряжения растяжения.

Обкатывание роликами и шариками (табл. 2.4.2) применяют для отделки и упрочнения деталей арматуры в тех случаях, когда одновременно с повышением сопротивления усталости деталей нужно сохранить или уменьшить шероховатость поверхности. Обкатывание роликами после чистовой обработки лезвийным инструментом уменьшает высоту микронеровностей в 2–3 раза и увеличивает несущую поверхность.

Создание при обкатывании в поверхностном слое значительных и легко регулируемых остаточных напряжений сжатия приводит к увеличению предела выносливости деталей. Например, после обкатывания деталей из стали 45 роликами их предел выносливости может быть повышен в 2 раза.

В качестве упрочняющей обработки отверстий применяют их раскатывание роликами (шариками) или дорнование, при этом увеличивается не только прочность детали, но и точность отверстий и одновременно уменьшается шероховатость поверхности (табл. 2.4.3, 2.4.4).

Обработка стальными щетками – эффективный метод упрочнения детали на глубину 0,04 … 0,06 мм. При обработке щетками средней жесткости высотные параметры исходной шероховатости уменьшаются в 2–4 раза.

Гидроабразивная обработка повышает эксплуатационные свойства деталей арматуры созданием оптимальной микрогеометрии поверхности и сжимающих остаточных напряжений в тонком поверхностном слое. Однако малая глубина наклепа и трудности определения толщины удаляемого при обработке слоя являются недостатками метода при массовом производстве деталей.

Алмазное выглаживание применяют для обработки деталей арматуры из сталей, цветных металлов и сплавов. Важным преимуществом выглаживания алмазным интрументом является более благоприятная форма микрорельефа. Так, опорная поверхность при той же шероховатости увеличивается в 2–4 раза по сравнению с опорной поверхностью, полученной при операциях шлифования, полирования, суперфиниширования и притирки. Другим преимуществом является отсутствие зон вторичной закалки и вторичного отпуска, что характерно для обработки абразивным инструментом закаленной стали, так как алмаз обладает низким коэффициентом трения и высоким коэффициентом теплопроводности.

Электромеханическая обработка (ЭМО) основана на сочетании термического и силового воздействия на поверхностный слой детали арматуры и применяется для обработки стали и чугуна.

Таблица 2.4.2

Способ обработки	Обрабатываемые детали и их предельные размеры, мм	Точность (квалитет)	*Ra*, мкм	Деформационное упрочнение (наклеп)	
				степень, %	глубина, мкм, не более
Выглаживание:					
твердосплавной пластиной	Оси, валы гладкие ступенчатые $d > 20$; l (длина) не ограничена	Сохраняется от предшествующей (5–6)	0,63 … 0,16	50 … 60	600
алмазным наконечником	Оси, валы $5 < d < 50$; l не ограничена		0,08 … 0,02	20 … 25	1000
Обкатывание:					
одноролико вым обкатником упругого действия	Оси, валы гладкие и ступенчатые жесткие	Сохраняется от предшествующей	0,63 … 0,04	20 … 40	5000
одношариковым обкатником упругого действия	Оси, валы гладкие маложесткие			20 … 50	
многошариковыми обкатниками упругого действия	Оси, валы гладкие $d > 8$; l не ограничена				

Окончание табл. 2.4.2

Способ обработки	Обрабатываемые детали и их предельные размеры, мм	Точность (квалитет)	*Ra*, мкм	Деформационное упрочнение (наклеп)	
				степень, %	глубина, мкм, не более
трехроликовыми обкатниками упругого действия	Оси, валы гладкие и ступенчатые маложесткие $d > 20$; l не ограничена	Сохраняется от предшествующей	0,63 … 0,04	20 … 50	5000
жесткими многороликовыми обкатниками	Оси, валы гладкие и ступенчатые, радиально-уравновешенные $d > 20$; l не ограничена	(6–8)	0,63 … 0,02		15 000
Ударная обработка шариковыми головками инерционного действия	Оси, валы $d > 10$; l не ограничена	Сохраняется от предшествующей	0,63 … 0,08	15 … 30	500
Вибрационное обкатывание одношариковым обкатником упругого действия	Оси, валы гладкие маложесткие $d > 10$; $l < 50$		20 … 0,02	20 … 50	5000

Примечание. Обработка предназначена для отделки и упрочнения. Обкатывание жесткими многороликовыми обкатниками – для калибрования и отделки.

Таблица 2.4.3

Способ обработки	Назначение	Обрабатываемые детали и их предельные размеры, мм	Точность (квалитет)	*Ra*, мкм	Деформационное упрочнение	
					степень, %	глубина, мкм, не более
Прошивание выглаживающими прошивками	К, О	Со сквозными отверстиями $d < 100$; $l < 50$	(7–6)	0,63 … 0,16	40 … 50	
Протягивание выглаживающими протяжками		Типа втулок со сквозными отверстиями $d < 100$; l не ограничена		0,32 … 0,08	20 … 40	5000
Раскатывание:	О, У		Сохраняется от предшествующей	0,32 … 0,04		2000
одношариковыми раскатниками упругого действия		Со сквозными отверстиями $d > 20$; $l < 100$			20 … 50	
многошариковыми раскатниками упругого действия		Со сквозными отверстиями $d > 40$; l не ограничена			20 … 40	

Продолжение табл. 2.4.3

Способ обработки	Назначение	Обрабатываемые детали и их предельные размеры, мм	Точность (квалитет)	*Ra*, мкм	Деформационное упрочнение	
					степень, %	глубина, мкм, не более
жесткими регулируемыми шариковыми раскатниками	К, О	Со сквозными отверстиями $d > 20$; l не ограничена	(9–7)	0,32 … 0,04	20 … 50	2000
роликовыми раскатниками упругого действия	О, У	Со сквозными отверстиями, среднежесткие $d > 60$; l не ограничена	Сохраняется от предшествующей		20 … 40	5000
роликовыми жесткими нерегулируемыми роликами	К, О	Со сквозными и глухими отверстиями $d > 6$ … 8; $l < 30$	(7–6 и выше)	0,16 … 0,04	20 … 40	5000
жесткими регулируемыми роликовыми раскатниками с цилиндрическими и коническими роликами		С глухими отверстиями, жесткие $d > 20$; l не ограничена	(9–7)	0,32 … 0,04	20 … 50	15 000

Окончание табл. 2.4.3

Способ обработки	Назначение	Обрабатываемые детали и их предельные размеры, мм	Точность (квалитет)	*Ra*, мкм	Деформационное упрочнение	
					степень, %	глубина, мкм, не более
жесткими нерегулируемыми роликовыми раскатниками ударного действия	К, О	Со сквозными отверстиями $d > 20$; l не ограничена	(9–7)	0,32 … 0,04	20 … 50	5000
вибрирующим раскатником упругого действия	О, У	Со сквозными отверстиями, маложесткие $d > 70$; l не ограничена	Сохраняется от предшествующей		20 … 40	2000
Ударная обработка шариковыми головками инерционного действия		С отверстиями $d > 70$; l не ограничена		0,63 … 0,08	15 … 30	500

Условные обозначения: К – калибрование; У – упрочнение; О – отделка.

Таблица 2.4.4

Способ обработки	Назначение	Обрабатываемые детали и их предельные размеры, мм	*Ra*, мкм	Деформационное упрочнение	
				степень, %	глубина, мкм, не более
Обкатывание: одношариковым, однороликовым накатником упругого действия многошариковым накатником жестким и упругого действия многороликовыми накатниками вдавливанием шаром на поперечно-строгальном станке; роликом на продольно-строгальном станке	О, У	Тела вращения с торцовыми поверхностями; *d* не ограничено	0,32 … 0,02	20 … 40	5000
	К, О, У	Типа плат и плит; габаритные размеры не ограничены			
	К, О, У	С кольцевыми торцовыми поверхностями *d* < 3000	0,16 … 0,02		8000
	О, У	С плоскими поверхностями большой длины	0,32 … 0,04		5000
Одновременное торцовое фрезерование и обкатывание шаром	К, О, У	С плоскими поверхностями; размеры не ограничены	1,25 … 0,16		1000
Виброобкатывание торцовых поверхностей	О, У	Диски, подпятники; *d* и *l* не ограничены	0,63 … 0,08	20 … 50	2000

Примечания: 1. Точность размеров сохраняется от предшествующей обработки.
2. Обозначения см. в условных обозначениях к табл. 2.4.3.

Электромеханическая обработка обеспечивает создание поверхностей с опорной площадью, превышающей эту площадь после абразивного шлифования в 1,5–2 раза, при увеличении контактной жесткости в 2–6 раз. Твердость отдельных марок сталей повышается в 4,5 раза по сравнению с исходной при глубине ее распространения до 0,2 … 0,3 мм. Износостойкость нормализованных сталей после ЭМО повышается в 4–10 раз по сравнению с износостойкостью после полирования или шлифования.

ЭМО – эффективный способ обработки поверхностей чугунных деталей, при котором достигается Ra = 0,63 … 0,16 мкм, а глубина упрочненного слоя 0,8 мм при повышении микротвердости в 1,5–2 раза.

Поверхностная закалка применяется для упрочнения деталей арматуры из чугунов и среднеуглеродистых и легированных сталей. Глубину закалки назначают не менее 1,5 … 2 мм. Нагрев может быть осуществлен газовой горелкой, токами высокой частоты (индукционная закалка) или в электролитах. Наибольшее распространение получила закалка с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ), так как она позволяет получить равномерную глубину закаленной зоны.

Вследствие быстрого охлаждения после нагрева в поверхностном слое образуется мартенсит. В результате этого создаются сжимающие остаточные напряжения и резко увеличивается твердость поверхности, а сердцевина детали остается мягкой и пластичной. Такое сочетание свойств сердцевины и поверхностного слоя резко увеличивает выносливость (на 40 … 100 %) деталей, снижает чувствительность к надрезам, повышает износостойкость деталей за счет высокой твердости и отсутствия обезуглероживания поверхности.

Химико-термическая обработка (см. табл. 2.4.1) заключается в насыщении поверхностного слоя детали арматуры различными химическими элементами и его термической обработке. При данной обработке изменяется не только строение (структура), но и химический состав поверхностного слоя, тем самым изменяя эксплуатационные свойства деталей (повышается твердость, химическая стойкость и др.). Важным также является возникновение в металле после химико-термической обработки остаточных напряжений сжатия.

Азотирование – насыщение поверхностного слоя деталей арматуры азотом с целью повышения твердости, износостойкости, предела выносливости и коррозионной стойкости. Износостойкость азотированных деталей значительно выше, чем у цементированных. Азотирование применяется для деталей арматуры, работающих в агрессивных средах.

Цианирование и *нитроцементация* – одновременное насыщение поверхности азотом и углеродом. Нитроцементация имеет ряд преимуществ

перед цементацией: выше износостойкость и предел выносливости деталей арматуры.

Борирование – насыщение поверхности бором, применяется с целью увеличения износостойкости и повышения твердости поверхности, которая у борированных деталей не снижается до температуры 900 ... 950 °С. Такое сочетание свойств позволяет, например, увеличить долговечность технологической оснастки.

Сульфидирование – процессы насыщения поверхностного слоя серой деталей арматуры, применяются для повышения износостойкости трущихся поверхностей в 1,5–5 раз, увеличивая противозадирные свойства и сопротивление металлов схватыванию. Применяются для обработки деталей затворов, штоков, втулок.

Для поверхностного упрочнения деталей применяются также различные виды *диффузионной металлизации*: алитирование, хромирование, хромоалитирование и др. Внедряются методы комплексного *термодиффузионного насыщения* поверхностей детали одновременно несколькими элементами: бороалирирование, боросилицирование, хромоалитирование и др. Последнее, например, повышает надежность и в несколько раз увеличивает долговечность деталей затворов за счет повышения жаростойкости и эрозионной стойкости.

Наплавка металлов с заданными свойствами широко применяется в арматуростроении с целью повышения твердости (см. табл. 2.4.1), износостойкости, коррозионной стойкости конструкционных материалов. При наплавке в поверхностном слое создаются, как правило, растягивающие остаточные напряжения и предел выносливости деталей может быть снижен.

Электроискровое легирование – процесс перенесения материала на обрабатываемую поверхность искровым электрическим разрядом. Этот способ привлек внимание технологов в связи со следующими специфическими особенностями [11]:

– материал анода (легирующий материал) может образовывать на поверхности катода (легируемая поверхность) чрезвычайно прочно сцепленный слой покрытия; в этом случае не только отсутствует граница раздела между нанесенным материалом и металлом основы, но и происходит диффузия элементов анода в катод;

– процесс легирования может происходить так, что материал анода не образует покрытия на поверхности катода, а диффузионно обогащает эту поверхность своими составными элементами;

– легирование можно осуществлять в строго указанных местах (радиусом от долей миллиметра и более), не защищая при этом остальную поверхность детали;

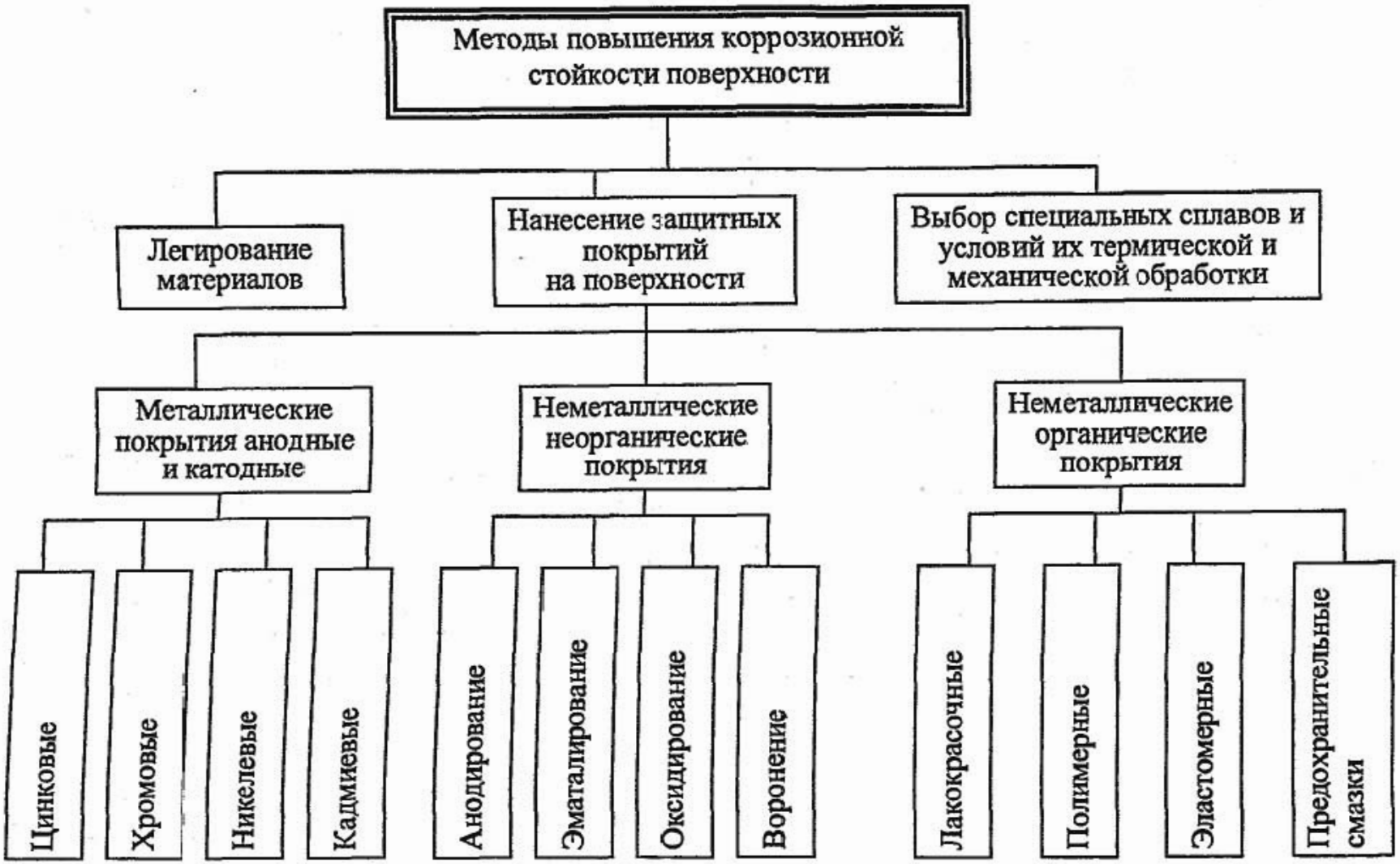


Рис. 2.4.4. Классификация технологических методов повышения коррозионной стойкости поверхностей деталей арматуры

– технология очень проста, а необходимая аппаратура малогабаритна и транспортабельна;

– почти полностью отсутствует термическое влияние на слои основного металла, расположенные непосредственно под легированным слоем.

Таким образом, электроискровое легирование позволяет изменять в заданном направлении физико-химические и геометрические характеристики поверхностного слоя для придания ему необходимых свойств: повышения износостойкости, повышения твердости, усталостной прочности, уменьшения склонности к схватыванию поверхностей деталей арматуры при трении, повышения коррозионной стойкости, жаростойкости.

Технологические методы повышения коррозионной стойкости поверхностей деталей арматуры могут быть классифицированы (рис. 2.4.4) по трем направлениям [11].

Легирование материалов – добавление в сплавы специальных элементов, благодаря чему получают коррозионно-стойкие материалы. Так, легирование стали хромом (около 13 %) резко повышает ее электрохимический потенциал, на поверхности образуется тонкая защитная пленка оксидов. В результате они становятся (в зависимости от состава) кислотоупорными, коррозионно-стойкими, жаропрочными. Высокую стойкость против газовой коррозии стали и некоторым сплавам придают хром, алюминий и кремний.

Выбор специальных сплавов и условий их термической и механической обработки, при которых не требуется дополнительной защиты от коррозии. Например, специальным режимом обработки резанием на поверхности стальной детали (30ХГСА) можно создать структуру "мартенсит особого рода", обладающую высокой коррозионной стойкостью, при этом одновременно повышается сопротивление усталости и износостойкость.

Нанесение на поверхности защитных покрытий (металлических и неметаллических) является наиболее распространенным направлением и включает большую группу методов защиты поверхностей от воздействия коррозионной среды.

Таким образом, как в области теоретической оценки качества арматуры и ее связи с эксплуатационными характеристиками, так и в области технологического обеспечения этих показателей получены определенные результаты [6, 7, 24, 26].

Совершенствование методов организации производства арматуры, внедрение в практику систем оптимизации параметров и технологического управления качеством поверхностей деталей способствуют созданию высококачественной арматуры и оптимизации производственных и эксплуатационных затрат.

Глава 3

СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ АРМАТУРЫ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

3.1. ПРАВИЛА РАЗРАБОТКИ И ВИДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

Технический контроль (ТК) арматуры – это проверка соответствия объекта, от которого зависит качество системы, установленным техническим требованиям, осуществляемая с обязательным применением средств измерения, относится к измерительному контролю.

Общие правила разработки процессов (операций) технического контроля (ТК) должны соответствовать третьей группе стандартов ЕСТПП (Единой системе технологической подготовки производства).

Технический контроль является неотъемлемой составной частью технологического процесса изготовления и ремонта арматуры и разрабатывается в виде:

- процесса технического контроля;
- операции технического контроля.

Процессы технического контроля разрабатываются для: входного контроля материалов, заготовок, полуфабрикатов, а также комплектующих деталей и сборочных единиц арматуры; операционного контроля деталей и сборочных единиц; приемочного контроля изделий арматуры.

Операции технического контроля разрабатываются для: входного контроля несложных объектов контроля (по усмотрению арматурного предприятия), например, крепежа; операционного контроля технологического процесса или обрабатываемой заготовки после завершения определенной технологической операции.

Уровень механизации и автоматизации процессов (операций) технического контроля должен отвечать требованиям технологического процесса изготовления и ремонта изделия, а также условиям и типу арматурного производства.

При разработке процессов (операций) технического контроля должно быть обеспечено единство конструкторских, технологических и измерительных баз. Допускается их несовпадение в технически обоснованных случаях.

Операции технического контроля должны предусматривать получение информации для регулирования технологического процесса, а также предупреждения с заданной вероятностью пропуска дефектных материалов, заготовок, полуфабрикатов, деталей и сборочных единиц для последующего изготовления и ремонта арматуры.

При разработке процессов технического контроля целевой арматуры должно обеспечиваться:

– использование прогрессивных методов контроля и оценки качества продукции, в том числе неразрушающих, автоматических и статистических методов контроля, а также статистических методов регулирования технологических процессов, анализа и оценки качества продукции, средств механизации и автоматизации контрольных операций;

– снижение трудоемкости контроля с тяжелыми и вредными условиями труда (литье, покрытие, покраска деталей арматуры и т.п.);

– сокращение трудоемкости подготовительно-заключительных работ по техническому контролю;

– возможность совмещения операций изготовления (обработки, сборки и т.п.) и технического контроля.

Процессы технического контроля должны предусматривать нормальные условия выполнения измерений, установленные в соответствующих нормативно-технических документах (для линейных и угловых измерений – по ГОСТ 8.050).

Основные этапы разработки процессов (операций) технического контроля, задачи, решаемые на каждом этапе, основные документы, обеспечивающие решение задач, должны соответствовать указанным в табл. 3.1.1.

Необходимость каждого этапа, состав задач и последовательность их решения определяются разработчиком процесса (операции) технического контроля в зависимости от условий производства или устанавливается стандартами арматурного предприятия.

В зависимости от специфики производства и видов объектов контроля допускается выполнять дополнительные этапы разработки процесса (операции) технического контроля арматуры.

Виды технического контроля. По этапу процесса производства:

– входной;
– операционный;
– приемочный.

Таблица 3.1.1

Этапы	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы
1. Подбор и анализ исходных материалов для разработки процессов контроля арматуры целевого назначения	Ознакомление с объектом контроля, с требованиями к изготовлению и эксплуатации. Анализ справочной информации	Конструкторская документация на изделие. Технологическая документация на изготовление и испытание изделия. Программа и сроки изготовления изделия. Производственные инструкции на проведение контроля. Прогнозы научно-технического прогресса и планы повышения технического уровня производства
2. Классификация объектов контроля	Создание групп объектов контроля, обладающих идентичными контролируемыми признаками. Выбор типовых представителей групп объектов контроля	Классификатор объектов контроля
3. Выбор объектов контроля	Определение номенклатуры объектов контроля	Методика выбора объектов контроля
4. Группирование объектов контроля по метрологическим признакам	Формирование кодового обозначения изделия по классификатору объектов контроля. Отнесение объекта контроля к соответствующей классификационной группе	Конструкторская документация на изделие

Продолжение табл. 3.1.1

Этапы	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы
5. Группирование объектов контроля	Анализ действующих единичных, типовых и групповых процессов (операций) технического контроля объектов. Создание укрупненных групп объектов контроля, обладающих идентичными контролируемыми признаками. Разработка или выбор комплексного объекта контроля для каждой группы. Разработка предложений по унификации изделий и их элементов	–
6. Количественная оценка групп изделий (объектов контроля)	–	–
7. Выбор действующего типового, группового процесса технического контроля или поиск аналога единичного процесса технического контроля	Отнесение объекта контроля к действующему типовому, групповому или единичному процессу контроля с учетом результатов количественной оценки групп изделий	Документация на групповые и единичные процессы (операции) технического контроля для данной группы изделий. Документация перспективных процессов технического контроля

Продолжение табл. 3.1.1

Этапы	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы
8. Составление технологического маршрута процесса технического контроля	Обеспечение своевременного выявления и устранения дефектов. Обеспечение информации для оперативного регулирования технологического процесса. Определение точек технологического процесса изготовления и ремонта, в которых должен проводиться технический контроль	Методика размещения постов контроля по технологическому процессу изготовления и ремонта изделия
9. Выбор контролируемых параметров	Определение параметров изделия, подвергаемых техническому контролю	Методика выбора контролируемых параметров
10. Разработка технологических операций технического контроля	–	Классификатор технологических операций технического контроля
11. Определение объема контроля	Рациональное назначение выборок в партии объектов контроля	Стандарты и методические материалы системы управления качеством продукции по статическим методам контроля
12. Выбор схем контроля	Определение контрольных точек объекта, где осуществляется съем информации о контролируемых параметрак	Методика выбора схемы контроля

Окончание табл. 3.1.1

Этапы	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы
12. Выбор схем контроля	Выбор поверхностей базирования средств контроля. Оценка точности и надежности базирования по производительности процесса (операции) технического контроля	Методика выбора схемы контроля
13. Выбор метода контроля	Определение оптимального метода контроля на базе установленных показателей контроля	Методика выбора методов контроля
14. Выбор средств контроля	–	–
15. Расчет точности, производительности и экономической эффективности вариантов процессов (операций) технического контроля	Выбор оптимального варианта процесса (операции) технического контроля	–
16. Оформление документов на процессы (операции) технического контроля	Учет требований Государственной системы обеспечения единства измерений и Единой системы технологической документации	ГОСТ 3.1502 ГОСТ 2.314 ГОСТ 3.1105
17. Разработка документации результатов контроля	Разработка технологических паспортов, карт измерения, журналов контроля технологических процессов	–

По полноте охвата контролем:

- сплошной;
- выборочный;
- непрерывный;
- периодический;
- летучий.

Виды технического контроля арматуры, связанные со специфическими особенностями изделий и технологических процессов, устанавливаются в стандартах предприятия.

Применение видов технического контроля должно соответствовать табл. 3.1.2.

Таблица 3.1.2

Вид технического контроля	Применение
Входной контроль	Проверка соответствия поступивших на предприятие, цех, участок, рабочее место материалов, полуфабрикатов, заготовок, комплектующих деталей и сборочных единиц требованиям, установленным в стандартах, технических условиях, договорах о поставках. Основные положения по входному контролю – по ГОСТ 24297
Операционный контроль	Проверка соответствия деталей и сборочных единиц в процессе изготовления или ремонта предъявляемым к ним требованиям. Применяется для проверки количественных и качественных характеристик технологических процессов
Приемочный контроль	Проверка соответствия качества готовых изделий (деталей, сборочных единиц, комплексов, комплектов) требованиям, установленным в нормативно-технической документации, в том числе комплектности, упаковке, консервации, пригодности к транспортированию и (или) использованию
Сплошной контроль	В условиях высоких требований к уровню качества изделий, у которых абсолютно недопустим пропуск дефектов, в дальнейшее производство или эксплуатацию. Количество объектов контроля недостаточно для получения выборок или проб с установленными рисками изготовителя и потребителя

Окончание табл. 3.1.2

Вид технического контроля	Применение
Сплошной контроль	Качество исполнения не может быть проверено на последующих этапах изготовления и испытания изделия, а также для продукции на стадии освоения ее в производстве. Технологический процесс (оборудование) не обеспечивает необходимую стабильность качества изготовленных изделий
Выборочный контроль	Для изделий, если их количество достаточно для получения выборок или проб с установленным риском изготовителя и потребителя. При большой трудоемкости контроля. При контроле, связанном с разрушением изделий или с операциями, выполняемыми на автоматических, полуавтоматических и поточных линиях, на автоматизированных технических комплексах, при обработке на станках с числовым программным управлением. Правила отбора единиц продукции в выборку – по ГОСТ 18321
Непрерывный контроль	Проверка технологических процессов при их нестабильности и необходимости постоянного обеспечения количественных и качественных характеристик (непрерывный контроль, как правило, осуществляют автоматическими или полуавтоматическими средствами контроля)
Периодический контроль	Проверка изделий и технологических процессов при установившемся производстве и стабильных технологических процессах
Летучий контроль	В специальных случаях, установленных в стандартах предприятия

В зависимости от объекта контроля состав контролируемых признаков в процессах контроля приведен в табл. 3.1.3.

Таблица 3.1.3

Объект контроля	Контролируемые признаки
Материал	Марка материала, геометрические и физико-химические параметры, внешние и внутренние дефекты
Заготовка	Марка материала, геометрические и физико-химические параметры, внешние и внутренние дефекты, клейма
Деталь	Геометрические и физико-химические параметры, внешние и внутренние дефекты, клейма
Сборочная единица, комплекс, комплект	Геометрические и функциональные параметры, внешние и внутренние дефекты, клейма
Технологический процесс	Качественные и количественные характеристики технологического процесса

При контроле технологических процессов допускается проверять параметры вспомогательных материалов, средства технологического оснащения, в том числе средства контроля, точность и стабильность технологических процессов, характеристики внешних условий.

3.2. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИИ АРМАТУРНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Под системой технического контроля (СТК) понимается совокупность средств контроля и исполнителей, взаимодействующих с объектом контроля по правилам, установленным соответствующей документацией.

Базируясь на положениях стандарта ИСО 9001:2000, в условиях процессного подхода к управлению качеством арматуры, структуру СТК следует рассматривать как многоуровневую по вертикали и многозвенную по горизонтали. По вертикали направления интенсификации построения СТК рассматривают на всех стадиях жизненного цикла объекта контроля – целевой арматуры: проектирования, изготовления, эксплуатации. СТК на стадиях проектирования и изготовления арматуры рассмот-

рены в пп. 3.3 и 3.4. На стадии эксплуатации арматуры интенсификации построения СТК способствует применение методов диагностического исследования изделий [6, 24].

СТК является кибернетической системой с основными частями: вход X, выход Y, структура S, оператор функционирования F, связь с окружающей средой H [15, 28] и обобщенной моделью вида [15]:

$$\text{СТК} = \{F, X, Y, S, H\}.$$

Входами СТК (X) служат:

– объекты контроля: заготовки, детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты арматуры;

– управляющая документация в виде НТД на технический контроль, себестоимость технологического процесса изготовления объектов контроля, вероятность правильного выполнения и размер партии.

К выходам СТК (Y) относят:

– принятые объекты контроля;

– информацию о числе принятых объектов контроля, технологическую себестоимость на технический контроль, вероятность годности принятых объектов контроля.

К внешней среде (H) относят совокупность технологических операций обработки, системы организации и управления производством, технологическую документацию на технический контроль.

На рис. 3.2.1 представлена общая структура и взаимосвязь элементов СТК и внешней среды.

Функция СТК состоит в предотвращении выпуска некачественных деталей и изделий целевой арматуры проверкой соответствия объекта контроля установленным требованиям: к точности обработки по геометрическим и структурным параметрам деталей; к качеству сборки по точности соподчиненных деталей и по нормам на показатели прочности, плотности и герметичности деталей и сборочных единиц затворов арматуры [24].

Информацию на выходе технологического процесса используют при организации и управлении производством, а при необходимости передают в систему технологического проектирования. Нормальное функционирование СТК обеспечивается системами организации и управления производством. В состав управления производством входит отдел технического контроля, который осуществляет на предприятии согласование входных и выходных материальных, энергетических и информационных потоков во времени.

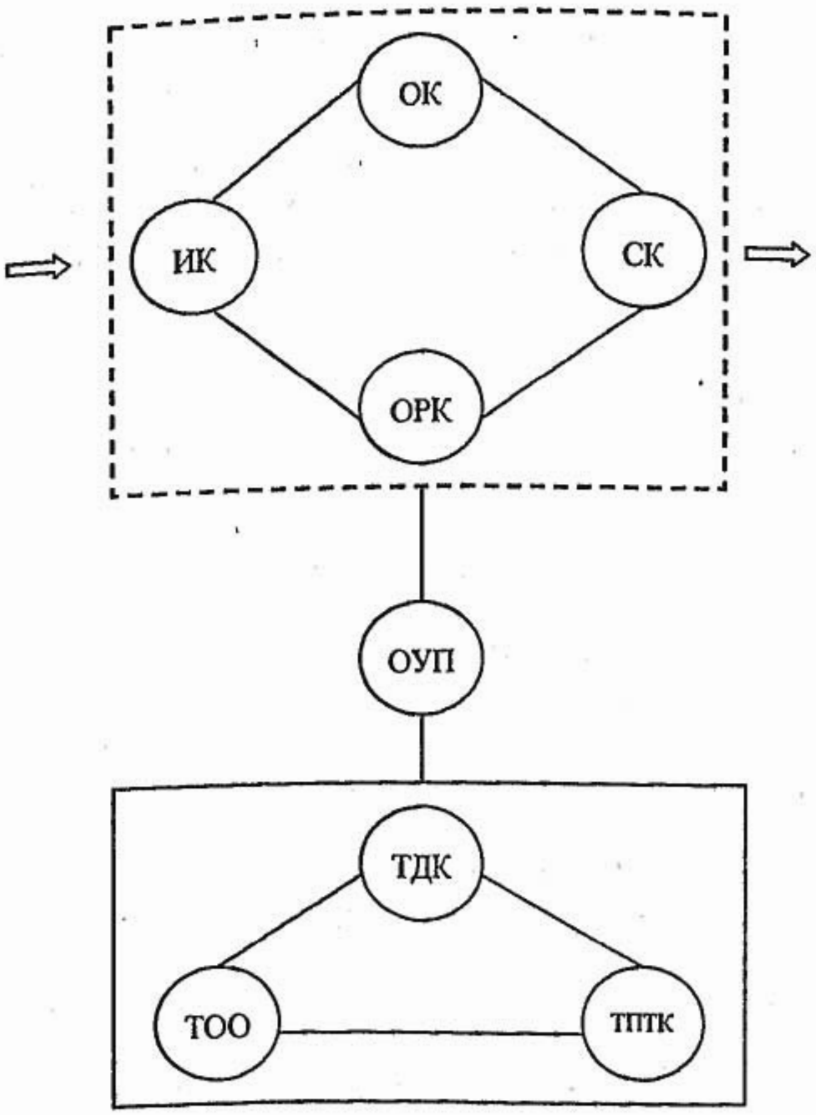


Рис. 3.2.1. Общая структура и взаимосвязь элементов СТК:
ОК – объект контроля; СК – средство контроля; ОРК – организация контроля;
ИК – исполнитель контроля; ОУП – организация и управление производством;
ТДК – технологическая документация на технический контроль;
ТПТК – технологическое проектирование технического контроля;
ТОО – технологические операции обработки

Процессы технического контроля по методу выполнения являются относительно обособленной, целостной частью технологического процесса, связанной и существенно зависящей от технологических операций обработки, сборки и испытаний.

Для структурного описания (S) системы рекомендуется применять следующие четыре множества [15]:

$$S = \{\Sigma, V, \sigma, K\},$$

где $\Sigma = \{\Sigma_i\}$ – множество состава и свойств элементов; $V = \{V_i\}$ – множество назначений и характера связей; σ – множество устойчивости структуры; K – множество построений структуры.

Все множества принимают конечными при стадийном построении СТК.

На арматурном предприятии проектирование СТК или отдельных ее элементов осуществляют при создании СТК, совершенствовании системы технической подготовки производства, управления производством и управления качеством арматуры, а также при целевом совершенствовании СТК.

Проектирование СТК состоит из разработки технического задания, технического проекта и рабочего проекта. Основой проектирования является НТД.

3.3 ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АРМАТУРЫ

На этапе проектирования трубопроводной арматуры интенсификации функционирования СТК способствуют стандартизация и обеспечение технологичности конструкции объекта контроля.

На рис. 3.3.1 приведена схема связи СТК с внешней средой, интенсифицирующей технический контроль при проектировании арматуры.

Стандартизация при техническом контроле. Основными объектами стандартизации СТК арматуры должны являться общие положения, методология, технические средства, организация и управление. Причем, в каждом объекте предусматриваются стандарты на терминологию, классификацию, отдельные элементы, отдельные системы и подсистемы [17].

На арматурных предприятиях внедряются системы управления качеством, ведутся работы по стандартизации СТК и ее элементов с учетом положений нормативно-технических документов – ЕСТД, ЕСКД и др. При стандартизации системы технического контроля отдельной арматуры должно предусматриваться функционирование автоматических и автоматизированных СТК.

Технологичность конструкции при техническом контроле (ТКТК) – это технологичность конструкции арматуры, определяемая применительно к подготовке и проведению ТК. Составной частью технологичности конструкции при ТК является ***контролепригодность*** как свойство арматуры, характеризующее ее приспособленность к проведению контроля заданными средствами.

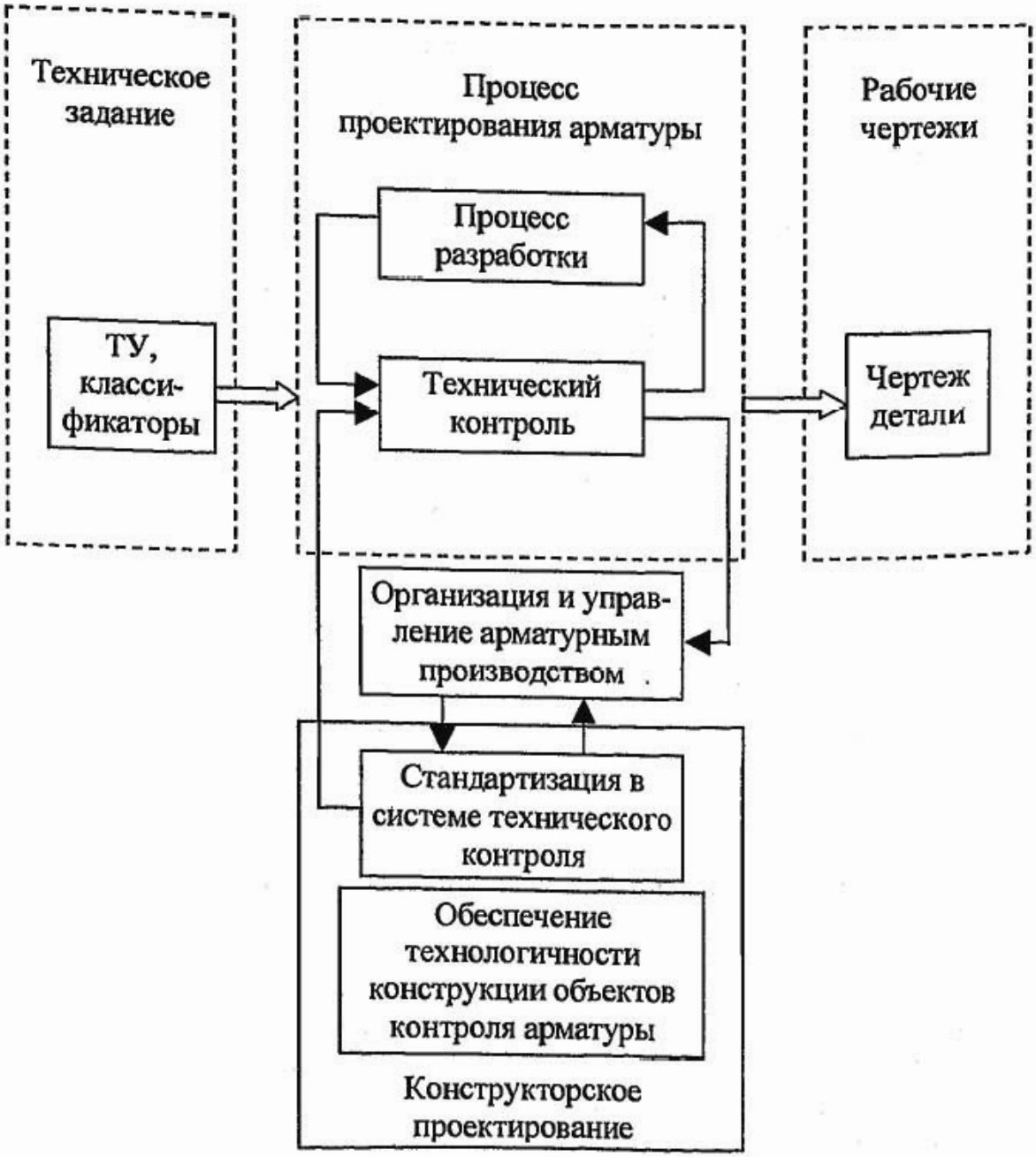


Рис. 3.3.1. Схема связи СТК с внешней средой при проектировании целевой арматуры

Методы обеспечения контролепригодности арматуры. Методы обеспечения контролепригодности подразделяются на структурные и алгоритмические [28].

Структурный метод обеспечения контролепригодности заключается в обеспечении приспособленности структуры арматуры к контролю

и поиску дефектов путем введения минимального числа контрольных точек (зон), управляемых разрывов и размещения компонент объекта в конструктивных единицах с учетом контроля и поиска дефекта.

Алгоритмический метод обеспечения контролепригодности заключается в разработке алгоритмов, направленных на сокращение оперативной трудоемкости контроля и поиска дефектов.

Требования к контролепригодности арматуры должны содержать требования к конструктивному исполнению изделий, параметрам и методам контроля (диагностирования), показателям контролепригодности изделия.

К конструктивному исполнению арматуры предъявляются требования: по приспособленности изделия к рациональным методам и средствам диагностирования в зависимости от вида и назначения систем диагностирования; к взаимному согласованию устройств сопряжения изделия со средствами диагностирования; к безопасному соединению устройств сопряжения изделия и средств диагностирования, исключающие возможность их неправильного соединения и учитывающие эргономические показатели; к числу, расположению и доступности устройств сопряжения, устанавливаемых исходя из необходимости обеспечить заданную трудоемкость подготовки арматуры к диагностированию с учетом ее минимального демонтажа, к легкосъемности и легкосоединяемости устройств сопряжения; к специальным устройствам сопряжения, обеспечивающим рациональное ограничение их номенклатуры и типоразмеров.

Требования к параметрам и методам диагностирования должны содержать требования к количественному и качественному составу диагностических параметров арматуры и к алгоритму диагностирования. Номенклатуру и значения показателей контролепригодности арматуры следует задавать с учетом: технических требований на изделия, вида и назначения систем диагностирования, информации о контролепригодности прототипов или аналогов изделий отечественного или зарубежного производства, обеспечения возможности сопоставления контролепригодности однотипных изделий.

Различают качественный и количественный подходы к контролепригодности. *Качественный подход* состоит в обеспечении требований к составу материала, конструктивному оформлению и взаимному расположению элементов, при соблюдении которых может быть осуществлен контроль существующими методами и средствами в определенных условиях изготовления, эксплуатации, технического обслуживания или ремонта арматуры.

Количественный подход заключается в установлении и оценке критериев и показателей контролепригодности арматуры.

Показатели ТКТК. Показатели используют для количественной оценки технологичности разрабатываемой конструкции арматуры с целью снижения затрат на технический контроль и повышения его эффективности.

В табл. 3.3.1 приведены наименование и обозначение показателей ТКТК, а также обязательность их расчетов в зависимости от вида изделия.

Таблица 3.3.1

Показатели ТКТК			Вид изделия			
Классификация	Наименование	Обозначение	Деталь	Сборочная единица	Комплекс	Комплект
Основные показатели: технико-экономические	Трудоемкость контроля	$T_к$	•	•	•	•
	Стоимость контроля	$C_к$	•	•	•	•
	Относительная стоимость контроля	$K_{ок}$	•	•	•	•
технические	Временной показатель	$K_в$	•	•	○	–
	Информационный показатель	$K_н$	•	•	○	–
Дополнительные показатели: технико-экономические	Трудоемкость подготовки к контролю	$T_{пк}$	–	•	•	–
	Относительная трудоемкость	$T_{опк}$	–	○	○	–

Окончание табл. 3.3.1

Показатели ТКТК			Вид изделия			
Классификация	Наименование	Обозначение	Деталь	Сборочная единица	Комплекс	Комплект
технико-экономические	Относительная трудоемкость контроля составной части изделия	$T_{ок}$	–	•	–	–
	Относительная стоимость подготовки к контролю	$C_{опк}$	–	○	○	–
	Стоимость подготовки к контролю	$C_{пк}$	–	○	○	–
технические	Коэффициент применения типовых операций контроля	$K_{ток}$	•	•	–	–
	Коэффициент технической оснащенности контроля	$K_{то}$	–	•	○	○
	Коэффициент механизации контроля	$K_{мк}$	–	•	○	○
	Коэффициент автоматизации контроля	$K_{ак}$	–	•	○	○

Обозначения:

• – определение показателя рекомендуется;

○ – определение показателя, в общем случае, не рекомендуется;

– – показатель не определяется.

Базовыми показателями ТКТК могут быть частные и комплексные показатели, абсолютные и относительные. При определении базовых показателей используют статистические данные по ранее созданным конструкциям, имеющим общие конструктивно-технологические признаки с проектируемой конструкцией арматуры [28].

За основные базовые показатели принимают, как правило, $T_к$, $C_к$, $K_{ок}$, значения которых определяют специальными или экспертными методами.

Для трубопроводной арматуры, с учетом доступности контрольных точек (зон) на уплотнительных поверхностях, следует выделить особую группу показателей ТКТК: временной показатель, относительную трудоемкость контроля составной части изделия, коэффициент применения типовых операций контроля, коэффициент технической оснащенности контроля.

Временной показатель

$$K_в = \frac{\sum_i^n \sum_j^m t_{ij}}{T_к},$$

где t_{ij} – трудоемкость операции ТК параметров арматуры.

Относительная трудоемкость контроля составной части арматуры

$$T_{ок_i} = \frac{T_i}{T_к},$$

где T_i – трудоемкость ТК i-й части изделия.

Коэффициент применения типовых операций контроля

$$K_{ток} = N_{ток} / N_{ок},$$

где $N_{ток}$ – число типовых операций контроля; $N_{ок}$ – число операций контроля.

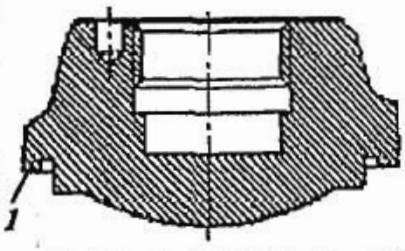
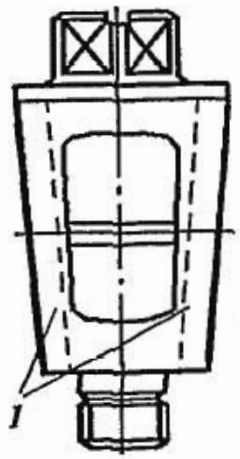
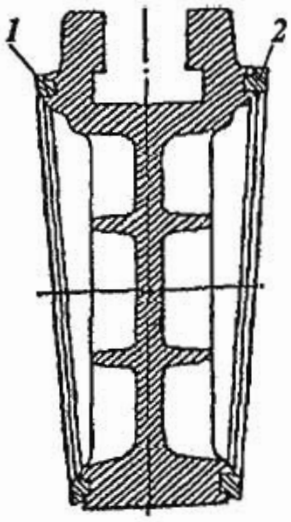
Коэффициент технической оснащенности контроля

$$K_{то} = П_{то} / П_{тк},$$

где $П_{то}$ – число контролируемых параметров, оснащенных средствами ТК; $П_{тк}$ – число контролируемых параметров.

В табл. 3.3.2. приведены точки (зоны) контроля и значения выделенных показателей ТКТК запорно-регулирующих органов затворов арматуры по результатам экспертной оценки. Из нее следует, что наиболее контроледоступны тарелки запорных клапанов, а наименее – клинья задвижек.

Таблица 3.3.2

Типы запорно-регулирующих органов	Схемы представителей и контрольные точки (*1*, *2*)	Показатели технологичности при ТК			
		$K_в$	$T_{ок}$	$K_{ток}$	$K_{то}$
Одноповерхностные:					
плоские		0,5	1	0,7	1
конические		0,45	0,9	0,6	0,6
конусные		0,7	0,9	0,7	0,7
сферические		0,65	0,8	0,9	0,8
Двухповерхностные:					
клиновые		0,4	0,5	0,3	0,4
комбинированные (регулирующие)		0,6	0,7	0,5	0,8

Примечание. Меньшему значению показателя соответствует меньшая контроледоступность.

Порядок отработки ТКТК. Арматуру при отработке на ТКТК рассматривают как объект контроля при изготовлении и испытании, техническом обслуживании и ремонте, а также при его применении (использовании). Отработка включает комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня ТКТК по установленным показателям.

Основные этапы отработки ТКТК, последовательность этапов, задачи, решаемые на каждом этапе, и основные документы, обеспечивающие решение этих задач, приведены в табл. 3.3.3.

Таблица 3.3.3

Этапы отработки ТКТК	Задачи, решаемые на этапах	Основные НТД, обеспечивающие решение задач
1. Подбор и анализ исходных материалов для обеспечения и оценки ТКТК отрабатываемого изделия арматуры	Установление требований к разрабатываемому изделию по показателям ТКТК на основе анализа данных о ТКТК аналогичных изделий, требований к разрабатываемому изделию и результатов исследовательских работ, программы выпуска и условий производства	Правила отработки ТКТК изделия: ГОСТ 14.201 по отработке изделия на технологичность. Рекомендации, инструкции, отражающие показатели ТКТК аналогичных изделий. Методика выбора показателей и оценки уровня контролепригодности конструкций арматуры
2. Обеспечение ТКТК в процессе разработки изделия	Анализ вариантов возможных конструктивных решений. Выявление оптимального варианта с точки зрения ТКТК. Учет и увязка рассматриваемых показателей с другими показателями технологичности конструкций и показателями качества, например, с показателями назначения, надежности, безопасности, экономичности	Методика обеспечения ТКТК

Окончание табл. 3.3.3

Этапы отработки ТКТК	Задачи, решаемые на этапах	Основные НТД, обеспечивающие решение задач
3. Технологический контроль конструкторской документации в части ТКТК	Определение показателей ТКТК. Проведение сравнительной оценки и расчет уровня ТКТК для разрабатываемого изделия	Методика расчета показателей и оценки уровня ТКТК
4. Разработка рекомендаций по улучшению показателей ТКТК	Подготовка и внесение изменений в конструкторскую документацию, обеспечивающие достижение оптимальных показателей ТКТК	ГОСТ 2.503

3.4. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АРМАТУРЫ

На этапе изготовления трубопроводной арматуры интенсификации функционирования СТК способствуют: рациональная разработка процессов технического контроля; типизация процессов контроля; применение статистического контроля; выбор средств технического контроля, адаптированных к арматуре.

На рис. 3.4.1 представлена схема связи СТК с внешней средой, интенсифицирующей технический контроль при изготовлении арматуры.

Правила разработки процессов технического контроля арматуры. Процесс контроля имеет различные свойства, которые задаются при его проектировании и проявляются при его проведении. Характеристики свойств контроля определяются качественными и количественными признаками. Примерами качественных признаков могут служить автоматизация и механизация контроля (ручной, механизированный, автоматизированный), используемый метод контроля (разрушающий, неразрушающий). Количественные признаки свойств контроля являются его показателями (точность измерений, достоверность контроля и т.п.) [28].

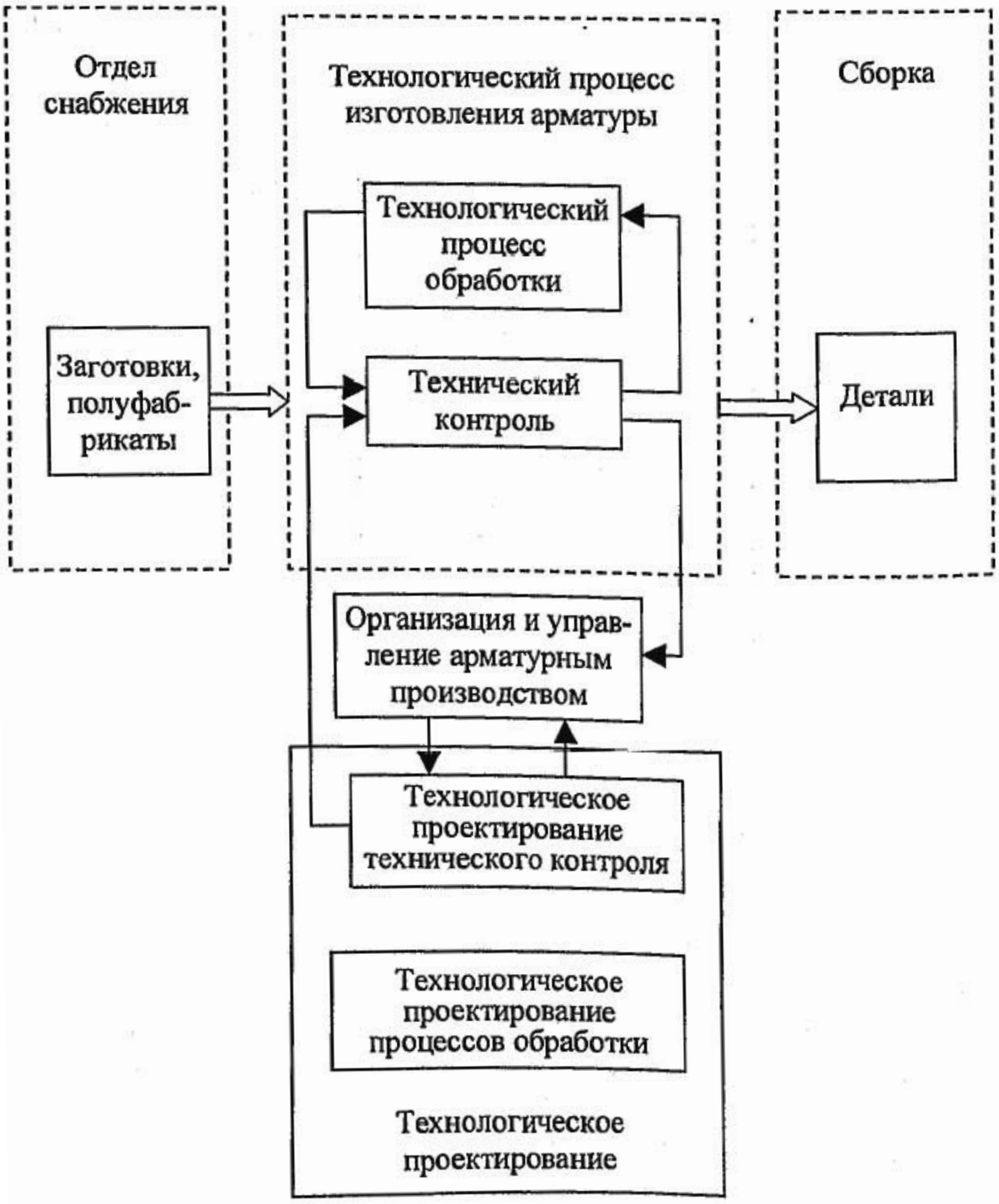


Рис. 3.4.1. Схема связи СТК с внешней средой при изготовлении целевой арматуры

Процесс контроля включает совокупность операций технического контроля, выполняемых при изготовлении и ремонте арматуры или ее

составной части. Процессы технического контроля разрабатываются для следующих видов контроля:

– входного контроля материалов, заготовок, а также комплектующих деталей и сборочных единиц арматуры [6];

– операционного контроля деталей и сборочных единиц,

– приемочного контроля изделий [7, 24].

Порядок разработки процессов технического контроля арматуры включает последовательное выполнение этапов разработки, объединенных в следующие группы [17]:

– систематизация объектов контроля (классификация, выбор, группирование, оценка, объем контроля, выбор контролируемых параметров);

– составление технического маршрута процесса технического контроля (выбор организационных форм, действующих типового, группового процесса или поиск аналога единичного процесса технического контроля);

– разработка технологических операций технического контроля (выбор схем контроля, метода и средств контроля, разработка режимов контроля);

– оформление документации на процессы технологического контроля.

Типизация процессов контроля арматуры. Имеется несколько основных направлений типизации процессов технического контроля. Все они связаны с систематизацией и обобщением опыта, накопленного в процессе производства и эксплуатации лучших образцов арматуры с обоснованием рекомендуемых типовых процессов контроля качества, контрольных операций, их состава и применяемых КИП [17].

Направления типизации процессов системы технического контроля качества арматуры рассматривают по элементам: объект контроля, методы контроля, средства контроля.

Типизация объектов контроля сводится к их классификации по метрологическому признаку, т.е. по общности контролируемых параметров, операций, применяемых методов, средств контроля, квалификации контролеров и документации.

Типизация методов контроля сводится к их классификации по определенным признакам и выбору метода для данного уровня системы технического контроля арматуры. Признаками этой классификации служат: объективность проверки и точность измерений.

В основу классификации средств контроля положены естественные признаки объектов контроля. Выделены КИП для контроля физических, геометрических и функциональных параметров изделий разного служебного назначения.

Необходимым условием выбора измерительного прибора является точностной критерий, т.е. при контроле погрешность измерения данным прибором не должна превышать допустимую погрешность измерения.

Статистический приемочный контроль арматуры применяется для оценки качества общепромышленной арматуры в основном малых D_y, предъявляемых большими партиями, на основании выбора.

Решение принять партию изделий или забраковать принимается в соответствии с нормативной документацией по количеству дефектных изделий, обнаруженных в выборке, или по доле дефектности q, которая подсчитывается по формуле

$$q = \frac{n_д}{n} 100\ \%,$$

где n – количество изделий, взятых в выборку; $n_д$ – количество дефектных изделий, обнаруженных в выборке.

Выбор средств измерений и технического контроля деталей арматуры. Технический контроль параметров материала и точности деталей арматуры на стадии изготовления опытного образца или серийного изделия специфичен, ввиду низкой контроледоступности и особенностей используемых материалов. В этих условиях общность подхода к выбору универсальных и разработке специальных средств измерений базируется на положениях: принципа инверсии, правилах Аббе и единства баз, расчета предельной погрешности измерения [15, 24].

Принцип инверсии основывается на существовании преемственности между тремя последовательными процессами: обработкой, измерением и эксплуатацией. Для прогнозирования работоспособности необходимо учитывать все три процесса.

Относительное движение режущего инструмента по поверхности детали в системе ОЗПИ определяет характер возникающих погрешностей.

При измерении деталь арматуры включается в замкнутую систему "прибор – измерительное устройство – поверхность детали – прибор". На этом этапе точность определяется кинематической парой "измерительное устройство – деталь". Относительное движение измерительного устройства по поверхности детали определяет способ измерения параметров контактируемой поверхности. На третьем этапе, при выполнении функционального назначения, узел арматуры образует замкнутую систему "устройство – узел – деталь – устройство".

Из этого вытекает ряд условий, обеспечивающих правильность измерения. Измерение считается правильным, если:

– траектория движения при измерении соответствует траектории движения при формообразовании уплотнения;

– линия действия при измерении совпадает с линией действия сил при работе затвора арматуры (правило Аббе);

– измерительная база совпадает с конструкторской базой (правило единства баз).

Предельная погрешность измерения в каждом конкретном случае определяется индивидуально, общегосударственных материалов по ее нормированию нет. Основной причиной отсутствия нормирования является то, что при назначении предельной погрешности измерения необходимо решить ряд дополнительных вопросов, например, установить взаимосвязь между предельной погрешностью измерения и контролируемым допуском, определить, входит ли допустимая погрешность измерения в контролируемый допуск или дает право на выход размеров за границу поля допуска на величину погрешности измерения. Рассматриваемые ниже приборы и устройства имеют предельные погрешности измерения в диапазоне 5 ... 50 % от контролируемого допуска на геометрические и структурные параметры деталей арматуры.

Метод измерения, реализуемый при контрольной операции, зависит от используемых измерительных средств и условий измерений. Методы подразделяются на абсолютные, сравнительные, прямые, косвенные, комплексные, элементные, контактные и бесконтактные (табл. 3.4.1).

Таблица 3.4.1

Метод	Характеристика	Область применения
Абсолютный	Прибор показывает абсолютное значение измеряемой величины	Измерение микрометром, штангенциркулем, длиномером
Сравнительный	Прибор показывает отклонение значения измеряемой величины от размера установочной меры или иного образца	Измерение оптиметром, индикаторным нутромером
Прямой	Значение искомой величины или отклонение ее отсчитывают непосредственно по прибору	Контроль диаметров микрометром или индикатором на стойке

Окончание табл. 3.4.1

Метод	Характеристика	Область применения
Косвенный	Значение искомой величины или отклонения от нее находят по результатам измерения другой величины, связанной с искомой определенной зависимостью	Контроль угла синусной линейкой; диаметра по длине дуги и углу, опирающемуся на нее
Комплексный	Определяется или ограничивается сумма погрешностей отдельных геометрических элементов изделия	Контроль резьбы на проекторе и комплексными калибрами, двухпрофильная проверка зубчатых колес
Элементный	Определяется погрешность каждого геометрического элемента изделия в отдельности	Контроль среднего диаметра, шага и угла профиля резьбы; основного шага профиля, накопленной погрешности шага зубчатых колес
Контактный	Измерительная поверхность прибора соприкасается с контролируемой поверхностью детали	Измерение механическими приборами
Бесконтактный	Измерительный орган прибора не соприкасается с контролируемой поверхностью	Измерение на проекторах пневматическими и емкостными приборами

Организация контроля зависит от технических требований на деталь арматуры и производственных условий (табл. 3.4.2). Различают следующие формы контроля:

- 100 %-ный готовых изделий;
- выборочный готовых изделий;
- статистический;
- контроль деталей в процессе обработки (активный контроль);
- контроль средств производства.

Таблица 3.4.2

Форма контроля	Условия и область применения	Используемые измерительные средства
100 %-ный контроль готовых деталей и изделий арматуры	Нестабильность технологического процесса. Рассеяние размеров, создаваемое оборудованием, превосходит поле допуска (в том случае, когда намеренно идут на бракование части деталей). Сортировка деталей на группы для селективной сборки. Контроль ответственных параметров	Калибры (в основном для серийного производства). Универсальные средства измерений (в основном для индивидуального и мелкосерийного производства). Специализированные измерительные средства (контрольные автоматы, полуавтоматы, механизированные и ручные приспособления, в том числе многомерные и многопозиционные)
Выборочный контроль готовых деталей	После обработки, при которой применяется контроль в процессе ее выполнения. Контроль неответственных параметров. Приемка продукции потребителем (особенно больших партий)	В основном универсальные средства измерений и специальные измерительные устройства
Статистический контроль	Стабильность технологического процесса	Универсальные средства измерений. Специальные средства

Окончание табл. 3.4.2

Форма контроля	Условия и область применения	Используемые измерительные средства
Контроль в процессе обработки (активный контроль): а) контроль обрабатываемой детали	Преимущественно на финишных операциях	Специальные устройства с визуальным отсчетом, сигналом, переключением и остановкой станка
б) контроль обработанной детали непосредственно по выходе ее из рабочей зоны	На станках с непрерывным движением детали (например, бесцентровошлифовальные станки, работающие на проход)	Подналадчики, позволяющие регулировать положение инструмента по результатам измерения уже обработанной детали. Статистические подналадчики (регулировка по среднему из размеров нескольких деталей)
в) контроль кинематических перемещений узлов станка	При обработке сложных поверхностей (станки с программным управлением)	Специальные датчики
Контроль средств технологического обеспечения	Для выявлений систематических погрешностей станка и учета их (например, с помощью коррекционных линеек). Контроль сложных формообразующих инструментов (зубообрабатывающий и резьбонарезной инструмент, протяжки и т.д.)	Универсальные и специальные средства измерений

Выбор измерительных средств. Измерительные средства – это технические устройства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства. При их выборе учитывают СТК (сплошной или выборочный, приемочный или контроль для управления точностью при изготовлении, ручной, механизированный и автоматический), тип производства (единичный, серийный, массовый), конструктивные характеристики измеряемых деталей (габаритные размеры, массу, расположение поверхностей, число контролируемых параметров), точность изготовления деталей.

В табл. 3.4.3 приведены наименование, назначение, точность и пределы измерения отдельных универсальных измерительных средств, используемых для технического контроля деталей арматуры.

В практике арматуростроения чаще всего приходится решать вопрос использования специальных средств измерений, что обусловлено спецификой арматурного производства и конструкций арматуры. При выборе средств измерений функциональных геометрических параметров (ФГП) ответственных деталей следует руководствоваться следующими требованиями [24]:

– при измерении всего комплекса ФГП предпочтительно использование единого метода измерений, базирующегося на едином физическом способе;

– наиболее предпочтительны измерения от прилегающих поверхностей при базировании измерительных устройств на измеряемую поверхность, обеспечивающие бóльшую функциональность измерений;

– предпочтение должно отдаваться таким измерительным средствам, в которых одно измерение обеспечивает получение метрологической информации по большому количеству ФГП;

– диапазон измерения и чувствительность средств измерений должны быть согласованы с коэффициентом искажения ФГП для соответствующих видов арматуры и режимов процессов сборки, монтажа и эксплуатации;

– при измерении измерительная сила, действующая на контролируемую поверхность, не должна приводить к ее нарушению;

– предельная погрешность измерения ФГП не должна превышать заданной величины изменения ФГП в эксплуатационных условиях.

Средства измерений ФГП деталей арматуры емкостного типа. Наиболее полно изложенным требованиям отвечает комплекс приборов, предназначенных для измерения отклонений линейных и угловых размеров, взаимного расположения, формы, волнистости и шероховатости.

Таблица 3.4.3

Наименование	Точность измерения	Пределы измерения, мм	Назначение при использовании в арматуростроении
Штангенинструменты			
Штангенциркули (ГОСТ 166): ШЦ-1;ШЦТ-1	0,1	0 ... 125	Измерение наружных, внутренних поверхностей различных деталей арматуры
ШЦ-П	0,1 и 0,05	0 ... 160	
		0 ... 200	
		0 ... 250	
ШЦ-Ш	0,1	0 ... 315	
		0 ... 400	
		0 ... 500	
		250 ... 630	
		250 ... 800	
		320 ... 1000	
		500 ... 1250	
		500 ... 1600	
		800 ... 2000	

Продолжение табл. 3.4.3

Наименование	Точность измерения	Пределы измерения, мм	Назначение при использовании в арматуростроении
Штангенглубиномер (ГОСТ 162)	0,05	0 ... 160	Измерение размеров (глубин)
		0 ... 200	
		0 ... 250	
		0 ... 315	
		0 ... 400	
Штангенрейсмус (ГОСТ 164)	0,1 и 0,05	0 ... 250	Измерение и разметка
		40 ... 400	
		60 ... 630	
		100 ... 1000	
		600 ... 1600	
		1500 ... 2500	
Микрометрические инструменты			
Микрометры (ГОСТ 6507): гладкий	0,01	0 ... 300	Измерение наружных диаметров
		300 ... 600	

Продолжение табл. 3.4.3

Наименование	Точность измерения	Пределы измерения, мм	Назначение при использовании в арматуростроении
листовой	0,01	0 … 5; 0 ... 10; 0 ... 25	Измерение корпусных деталей
рычажный с измерительной головкой	0,02	0 … 25; 25 ... 50	Для массовой проверки деталей арматуры
	0,005	50 ... 500	Измерение крупногабаритных деталей
	0,01	300 ... 2000	
Глубиномер микрометрический (ГОСТ 7470)	0,01	0 ... 150	Точное измерение глубин, пазов, высот и уступов
Нутромер микрометрический	0,01	50 … 75	Точное измерение внутренних размеров
		75 … 175	
		75 … 600	
		150 … 1250	
		600 … 2500	
		1250 … 4000	
		2500 … 6000	

Продолжение табл. 3.4.3

Наименование	Точность измерения	Пределы измерения, мм	Назначение при использовании в арматуростроении
Скобы с отсчетным устройством (ГОСТ 11098):			
тип СР	0,002	0,002	Точные измерения наружных размеров
тип СИ	0,01	0,01	
Рычажно-механические приборы			
Индикатор часового типа ИЧ (ГОСТ 577)	0,01	0 ... 2; 0 ... 5; 0 ... 10	Измерение отклонений размеров, погрешностей формы и расположения небольших размеров
Индикатор рычажно-зубчатый (ГОСТ 5584)	0,01	Не менее 0,8	Измерение малых отклонений в труднодоступных местах
Нутромер индикаторный (ГОСТ 868)	0,01	6 ... 8	Измерение внутренних размеров
		10 ... 18	
		18 ... 50	
		50 ... 100	
		100 ... 160	
		160 ... 250	
		250 ... 450	
		450 ... 700	
		700 ... 1000	

Продолжение табл. 3.4.3

Наименование	Точность измерения	Пределы измерения, мм	Назначение при использовании в арматуростроении
Глубиномер индикаторный (ГОСТ 7661)	0,01	0 ... 100	Измерение глубины пазов, отверстий и высоты уступов
Стенкомер индикаторный (ГОСТ 11358) типов:	0,01		Измерение толщины стенок труб
С-2		0 ... 2	
С-10А, С-10Б		0 ... 10	
С-25		0 ... 25	
С-50		25 ... 50	
Средства измерения углов			
Синусная линейка (ГОСТ 4046)	±1,5' для угла до 4°; ±2' до 10°; ±2,5' до 20°; ±3,5' до 30°; ±6' до 45°		Измерение углов калибров, линеек и точных деталей

Окончание табл. 3.4.3

Наименование	Точность измерения	Пределы измерения, мм	Назначение при использовании в арматуростроении
Линейка поверочная (ГОСТ 8026)	0,03 … 0,05		Контроль отклонения от плоскостности, прямолинейности, при разметке и т.д. Подразделяются на несколько типов: лекальные (с двусторонним скосом типа ЛД, трехгранные ЛТ, четырехгранные ЛЧ); линейки с широкой рабочей поверхностью (прямоугольного сечения ШП, двутаврового сечения ШД и мостики ШМ), угловые (трехгранные клинья УТ)
Уровни (ГОСТ 9392)	0,02 … 0,2 мм/м		Измерение малых угловых отклонений от горизонтального и вертикального положения приборов, устройств, элементов конструкций и т.д.
Мера угловая призматическая (плитка) (ГОСТ 2875)			Проверка угломерных средств измерений, точной разметки измерения углов
Угломер с нониусом типов УН и УМ (ГОСТ 5378)		*	Тип УН для измерения наружных и внутренних углов, тип УМ – для наружных
Угольники поверочные 90° (ГОСТ 3749)		**	Проверка перпендикулярности. Шесть типов: УЛП – лекальные плоские; УЛШ – лекальные с широким основанием; УП – слесарные плоские; УШ – слесарные с широким основание; УЛ – лекальные плитки; УЛЦ – лекальные цилиндрические

* 0 … 180° (наружных углов), 40 … 180° (внутренних углов). ** 90°.

Приборы комплекса позволяют измерять как вышеперечисленные параметры точности, так и интегральные – высоту межконтактного расстояния, для чего используется единый метод косвенной оценки на основе измерения электрической емкости.

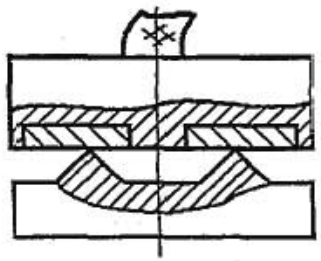
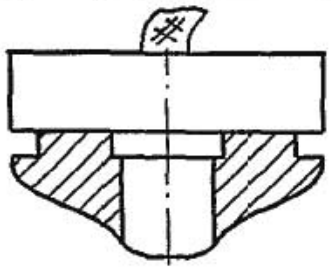
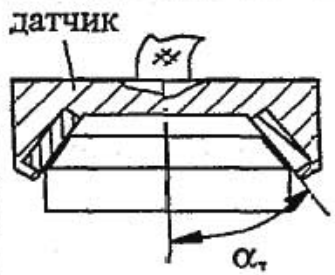
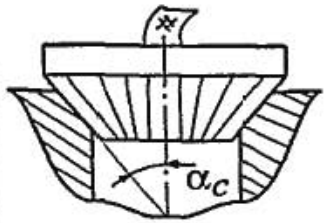
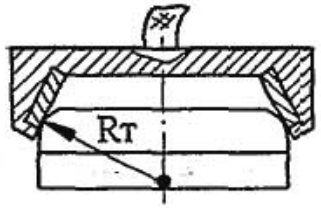
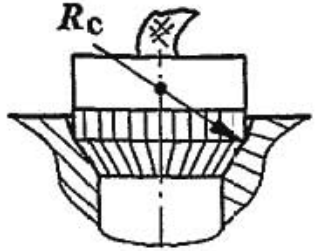
Измерение ФГП и высоты щели в уплотнении осуществляется непосредственно от прилегающей плоскости при базировании измерительного устройства на измеряемую поверхность. Можно выполнять измерения ФГП с необходимой точностью в цеховых условиях на крупногабаритных изделиях, имеющих поверхности с низкой контроледоступностью, а также горизонтально, вертикально и потолочно расположенных. Разработанные при участии автора устройства, в отличие от аналогичных отечественных и зарубежных, просты по конструкции, имеют меньшие габаритные размеры, обладают более высокой производительностью (табл. 3.4.4).

Рассмотрим емкостные измерительные приборы с различными датчиками, а также емкостные профилометры для измерения шероховатости уплотнений.

Емкостной плоскомер (рис. 3.4.2, *а*, *г–е*). В основу работы емкостного плоскомера положено измерение отклонений формы уплотнительной поверхности по изменению емкости конденсатора, обкладками которого являются контролируемая поверхность и опорная поверхность емкостного преобразователя. Изменение емкости возникает вследствие неравномерности зазора между втулками (сегментами) *1*, обусловленного отклонениями формы контролируемой поверхности (рис. 3.4.2, *д*, *е*).

При исследованиях механизма формирования межконтактного пространства в плоском металлическом затворе и его изменения во времени [6, 7] представляет интерес использование тарелок затвора, выполненных в виде датчика измерительного устройства. Тарелка-датчик стыкового металлического затвора имеет в плоскости стыка *n* элементарных ячеек, изолированных относительно друг друга, и контролируемой поверхности герметизатора слоем диэлектрика. При установке тарелки-датчика на штоке привода затвора и ее нагружении определяют значения геометрических параметров межконтактного пространства при сборке арматуры, после нагружения тарелки давлением среды фиксируют значения изменения межконтактного пространства, а в процессе циклической наработки – изменение геометрических параметров межконтактного пространства во времени. При введении в полимер металлических компонентов тарелка-датчик может быть использована и при исследованиях металлополимерных и полимерных герметизаторов.

Таблица 3.4.4

Исполнение затвора "металл–металл"				Разновидности первичных преобразователей емкостного измерительного прибора
Тип затвора	Измеряемые параметры	Элемент затвора		
		тарелка	седло	
Стыковой и ножевой	h, $\Delta\Phi_т$, $\Delta\Phi_с$			С плоской тарелкой-датчиком
Конический и сфероконический	h, $\Delta\alpha_т$, $\Delta\alpha_с$, $\Delta\Phi_т$, $\Delta\Phi_с$			С конусным седлом-датчиком и тарелкой-датчиком
Сферический и сфероконический	h, $\Delta\Phi_т$, $\Delta\Phi_с$, $\Delta R_т$, $\Delta R_с$			

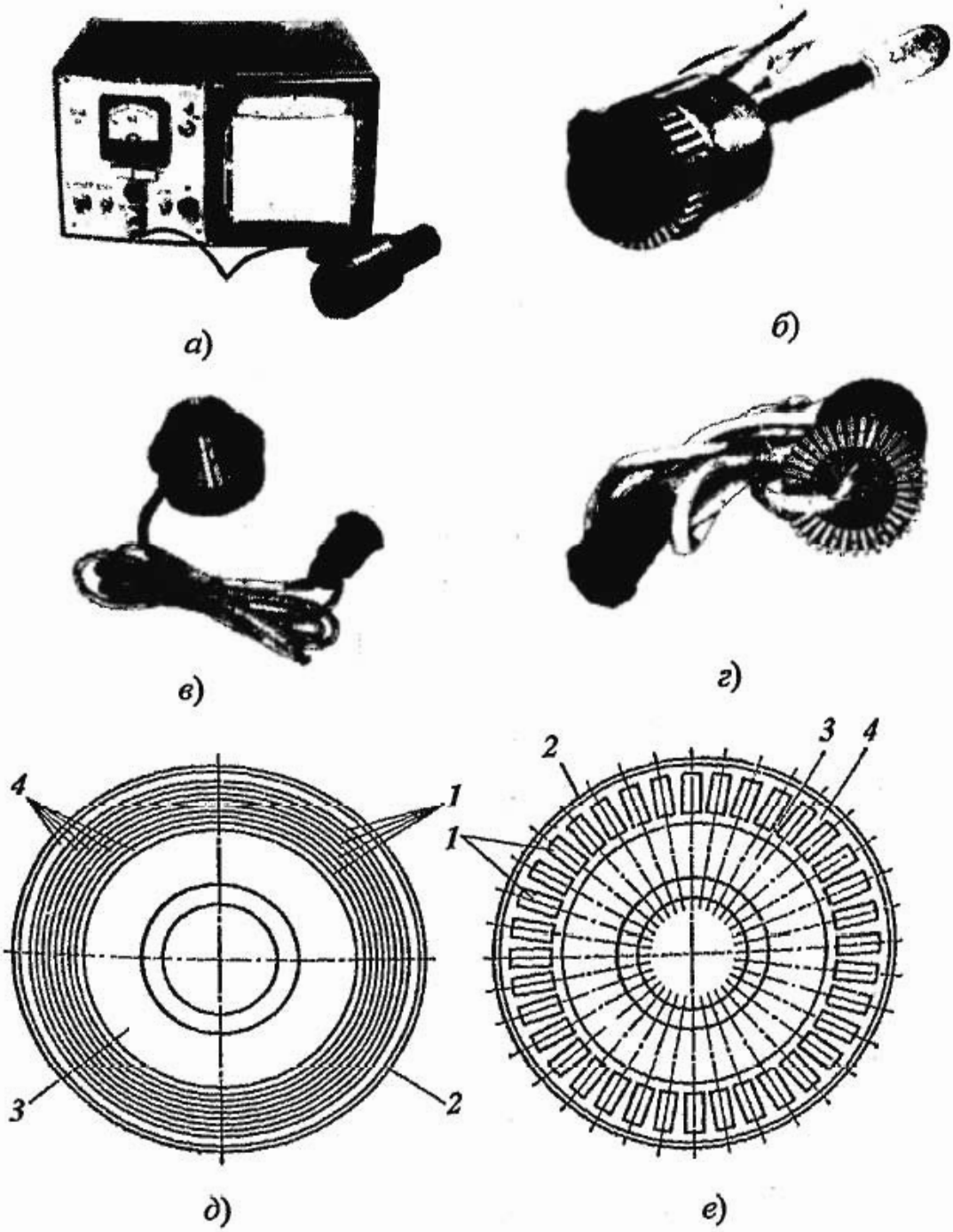


Рис. 3.4.2. Емкостные измерительные приборы:
общий вид (*а*); датчики: цилиндрический (*б*), конический (*в*), плоский (*г*); опорные поверхности для оценки межконтактного пространства в плоском затворе в направлениях: радиальном (*д*); *1* – цилиндрические втулки; *2* – корпус; *3* – экранирующее кольцо; *4* – диэлектрик; тангенциальном (*е*) (*1* – сегменты)

Емкостной конусомер (рис. 3.4.2, *а*, *в*) [24]. Для измерения ФГП конической уплотнительной поверхности седла клапана разработан специальный емкостной измерительный прибор, конструктивная схема первичного преобразователя которого представлена на рис. 3.4.3.

Первичный преобразователь предназначен для преобразования линейных и угловых размеров, а также отклонений расположения и формы уплотнительной поверхности в электрический сигнал. Одним электродом является измеряемая поверхность уплотнения, а вторым – эталонная поверхность электродов датчика.

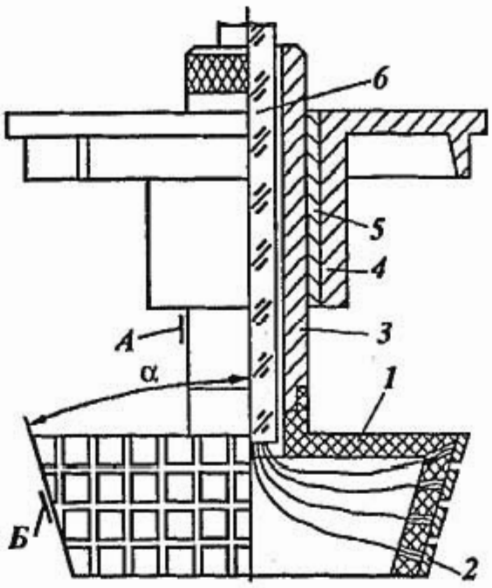


Рис. 3.4.3. Схема конического датчика для измерения отклонений угла, взаимного положения и формы конического уплотнения в корпусе клапана

Первичный емкостной преобразователь состоит из диэлектрического корпуса *1*, выполненного в форме усеченного конуса с углом α. На боковой поверхности корпуса расположены металлические электроды *2*, которые образуют радиальные ряды n'_1; n'_2; ...; n'_n и одновременно тангенциальные ряды n_1; n_2; ...; n_m. Боковая поверхность выполнена как эталонная, покрыта слоем диэлектрика толщиной 0,3 ... 1,0 мм, и при измерении является прилегающей к поверхности уплотнения. Корпус первичного преобразователя *1* жестко закреплен в стальной направляющей втулке *3*. Рабочие поверхности втулки – *А* и электродов – *Б* обработаны с одного установа. Первичный преобразователь размещен в установочном фланце *4*, в котором для уменьшения трения запрессована бронзовая втулка *5*. Электроды первичного преобразователя соединены электрическими проводами, собранными в кабель *6*, со вторичным преобразователем.

Измерение геометрических параметров уплотнительной поверхности седла клапана осуществляют следующим образом (рис. 3.4.4). Соединяют кабель *1* первичного емкостного преобразователя *2* с электронным коммутатором *3*, который в свою очередь соединен со вторичным преобразователем *4*. Фланец *5* устанавливают в посадочное отверстие бугельного узла корпуса клапана *6* и перемещают вниз первичный преобразователь до контакта его поверхности *Б* с уплотнительной поверхностью *В*

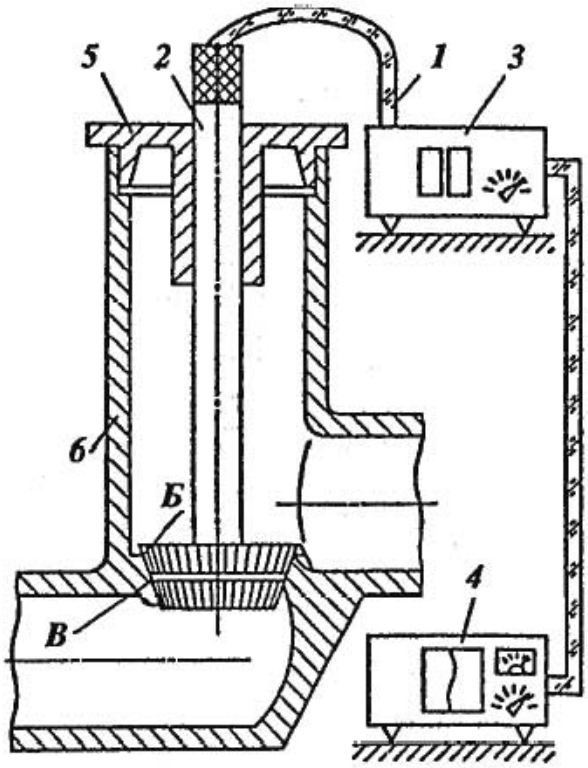


Рис 3.4.4. Схема измерения параметров конического уплотнения седла клапана

седла клапана. Первичный преобразователь при измерении прижат к контролируемой поверхности под действием собственной массы. При измерении меньшего диаметра уплотнительной поверхности седла электронный коммутатор последовательно соединяет электроды первичного преобразователя, расположенные в нижнем ряду, с анализатором гармонических составляющих сигнала, расположенным во вторичном преобразователе. Поступивший сигнал анализируется и подается на показывающий прибор преобразователя. При измерении большего диаметра конической уплотнительной поверхности седла клапана аналогичные действия выполняют, соединяя коммутатором электроды первичного преобразователя, расположенные в верхнем ряду.

При измерении отклонений расположения уплотнительной поверхности седла электронный коммутатор последовательно соединяет все электроды первичного преобразователя с вторичным преобразователем.

При измерении отклонений формы переключателем рода работ устанавливается положением, при котором анализатор вычитает первую гармоническую составляющую сигнала, обусловленную отклонением расположения, а информация о профиле поверхности подается на самопишущий прибор, который дискретно записывает профиль поверхности на профилограмму.

Для оценки отклонений в радиальном направлении коммутатором соединяют электроды, образующие радиальные ряды, а для оценки отклонений формы в тангенциальном направлении коммутатором соединяют электроды, образующие тангенциальные ряды.

Для измерения ФГП уплотнительной поверхности конического золотника также разработан специальный емкостной преобразователь (рис. 3.4.5).

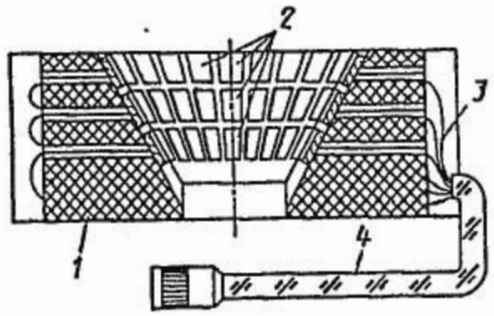


Рис. 3.4.5. Схема конического датчика для измерения параметров конического уплотнения золотника клапана

Преобразователь состоит из цилиндрического диэлектрического корпуса *1*, в центре которого выполнено коническое отверстие с углом конуса, равным углу конуса золотника. На поверхности конического отверстия расположены металлические электроды *2*, образующие как радиальные, так и тангенциальные ряды. Поверхность конического отверстия преобразователя, образованная рабочими поверхностями электродов, выполнена как эталонная. С помощью электрических проводов *3*, переходящих в многожильный кабель *4*, электроды датчика соединены с разъемом.

Емкостной профилометр (рис. 3.4.6) предназначен для цехового и лабораторного измерения параметра шероховатости *Ra* плоских металлических поверхностей в диапазоне 0,05 ... 2,5 мкм.

Профилометр (рис. 3.4.6, *а*) состоит из вторичного преобразователя *2*, соединенного с первичным преобразователем *1* гибким кабелем *3*, установочного колпачка *4*, служащего для предохранения электрода первичного преобразователя от механических повреждений, и настройки прибора перед измерением по эталону, размещенному в колпачке.

Принцип действия прибора основан на измерении электрической емкости конденсатора (рис. 3.4.6, *б*), образованного контролируемой поверхностью *3* и электродом *1* первичного преобразователя *2*. Электрическая емкость этого конденсатора изменяется в зависимости от величины среднего зазора $\Delta_{ср}$, обусловленного шероховатостью поверхности. Изменение емкости фиксируется вторичным преобразователем *4*.

Первичный преобразователь (рис. 3.4.6, *в*) представляет собой плоский металлический электрод *1*, покрытый диэлектриком. Электрод преобразователя соединен проводником *2* с генератором электрических импульсов *3*. Амплитуда выходного сигнала генератора изменяется пропорционально изменению емкости. Генератор *3* смонтирован на плате *5* и закреплен в корпусе *6* преобразователя втулками *7*, *8* и резьбовой пробкой *9*. Постоянство силы прижима и возможность самоустановки достигнута за счет эластичного элемента *4*.

Вторичный преобразователь (рис. 3.4.6, *г*) выполнен на плате *1*. На этой же плате размещено отсчетное устройство *2*, индикатор *3* и потенциометр установки нуля *4*. Все детали преобразователя помещены в кор-

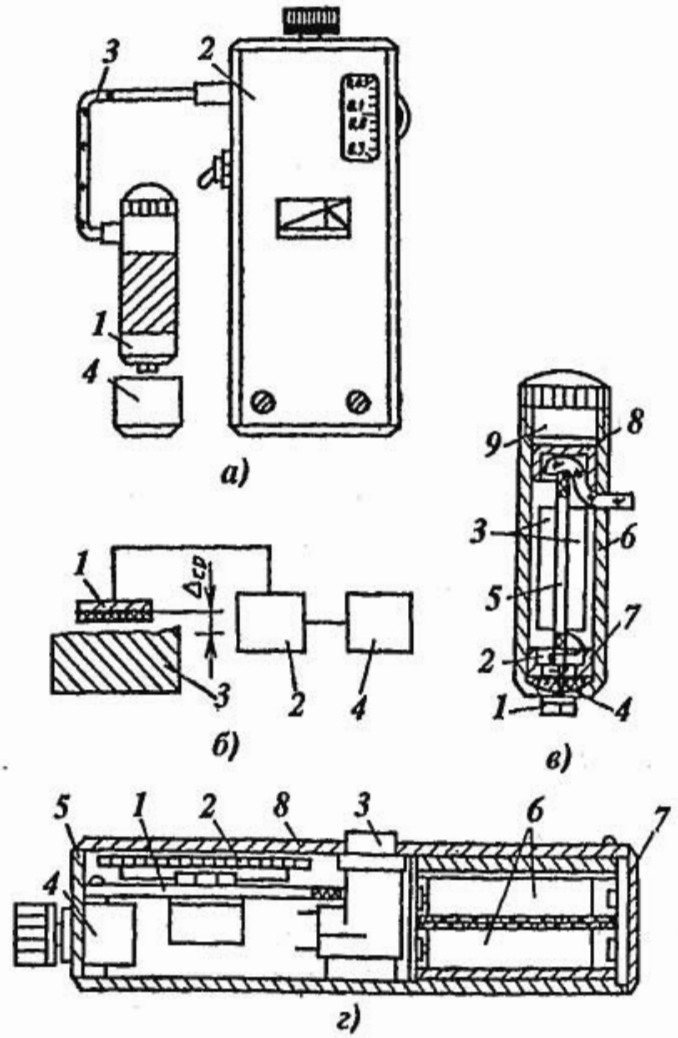


Рис. 3.4.6. Емкостной профилометр для измерения шероховатости плоских уплотнений деталей затворов клапанов, задвижек

пус *5*. Питание прибора осуществляется от четырех элементов *6*, которые также размещены в корпусе *5* под крышками *7*, *8*.

Измерение шероховатости производится следующим образом. Первичный преобразователь устанавливают на измеряемую поверхность. Амплитуду импульсов, поступивших с первичного преобразователя, сравнивают во вторичном преобразователе с эталонным импульсом. Значение шероховатости считывают с круговой логарифмической шкалы отсчетного устройства, градуированной в единицах параметра *Ra*.

Емкостной профилометр для измерения шероховатости криволинейных уплотнительных поверхностей деталей затворов кранов. Конструктивная схема профилометра представлена на рис. 3.4.7.

Первичный преобразователь (датчик) состоит из плоского металлического электрода *1*, покрытого слоем диэлектрика *2*. Выход датчика соединен со входом измерительного блока *3*.

Устройство корректировки содержит призму *4* охватываемого (с углом α) и охватывающего (с углом β) базирования, шток *5*, установленный в опоре *6* с возможностью перемещения по оси симметрии призмы *4*, эластичный элемент *7*, закрепленный в призме *4*. Эластичный элемент жестко соединен со штоком *5*, на верхнем конце которого размещен преобразователь перемещения штока. Преобразователь перемещения штока выполняет функцию переменной воздушной электрической емкости, образованной цилиндрами *8* и *9*. Выход преобразователя перемещения штока соединен со вторым входом измерительного блока *3*.

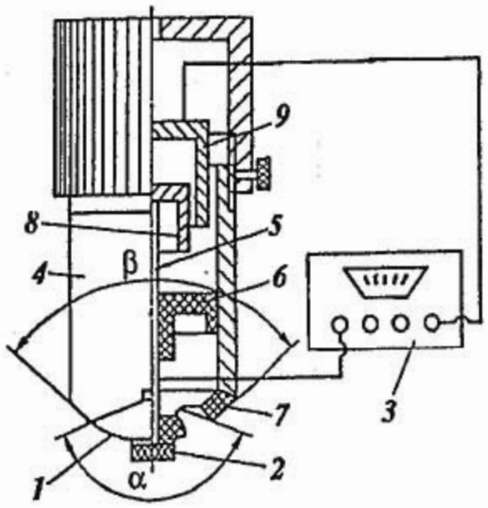


Рис. 3.4.7. Схема преобразователя емкостного профилометра для измерения шероховатости криволинейных уплотнительных поверхностей деталей затворов кранов

Профилометр работает следующим образом. Измеряемую деталь базируют на призму. Сигналы датчика и преобразователя поступают на входы измерительного блока *3*, где они сравниваются, а их разница выводится на показывающий прибор, одна шкала которого градуирована в единицах параметра *Ra*. Прибор позволяет оценивать, кроме шероховатости поверхности, также радиус кривизны (диаметры) поверхностей. В этом случае сигнал от преобразователя сравнивается с эталонным сигналом, а о диаметрах детали судят по второй шкале показывающего прибора, градуированной в десятых долях миллиметра.

Основы методики метрологического анализа емкостных средств измерения даны в специальной литературе [24].

Средства измерений ФГП деталей арматуры накладного типа. Определенные трудности вызывают измерения диаметров уплотнительных поверхностей задвижек, сфер пробок и седел шаровых кранов. Известно большое число различных накладных приборов и схем измерения больших диаметров, условно называемых приборами для измерения по элементам круга [19].

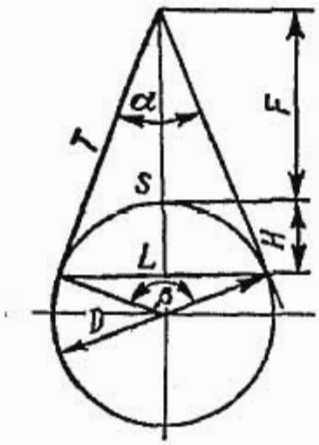


Рис. 3.4.8. Общая схема и геометрические параметры для косвенного определения наружных диаметров

Основное преимущество таких приборов перед скобами – меньшие габариты и масса, а также большой диапазон измерения.

При измерении приборами диаметр определяют косвенно, по результатам измерения двух линейных элементов или одного линейного и одного углового. Один из исходных элементов, как правило, является постоянным или регулируемым и обеспечивается конструкцией прибора, а второй элемент измеряется прибором.

Иногда диаметр зависит от трех элементов, два из которых постоянны, однако в большинстве случаев они могут быть сведены к двум.

Все известные приборы и схемы применительно к арматуре разделяются на четыре основных типа (табл. 3.4.5, рис. 3.4.8). При этом к каждому типу относится ряд приборов (схем), различающихся конструктивным оформлением, типом отсчетного устройства, видом опорных элементов, методом измерения.

Прибор ПКД-2 предназначен для измерения наружных и внутренних диаметров пробок кранов (рис. 3.4.9).

Прибор состоит из планки *1* с двумя опорами *3* и измерительного узла *2*, положение которого регулируется по высоте. При изменении внутренних диаметров опоры смещаются вверх, а измерительный узел – вниз.

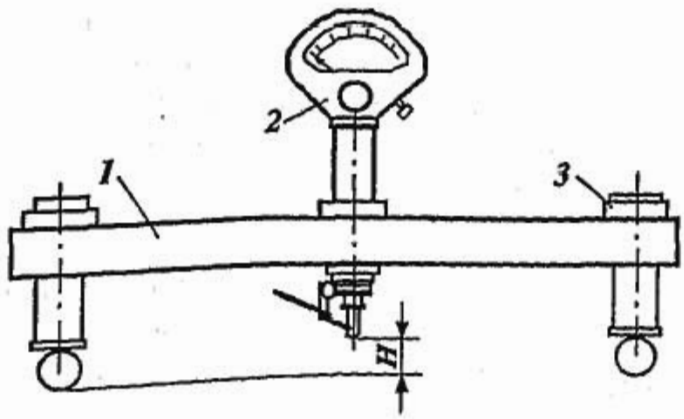


Рис. 3.4.9. Прибор ПКД-2 для измерения диаметров пробок кранов

Таблица 3.4.5

Тип	Измеряемый параметр	Формулы для определения D и ΔD
1	Длина хорды L и высота сегмента H	$D=\frac{L^2}{4H}+H-d;$ $\Delta D=-k\Delta H,$ где $k=\frac{L^2}{4H^2}-1;$ $\Delta D=k\Delta L,$ где $k=\frac{1}{2H}$
2	Угол α между касательными и расстояние F от вершины угла до поверхности изделия	$D=\frac{2F\sin\alpha/2}{1-\sin\alpha/2};$ $\Delta D=k\Delta F,$ где $k=\frac{2\sin\alpha/2}{1-\sin\alpha/2}$
3	Угол β и длина касательной T	$D=\frac{2T}{tg\beta/2};$ $\Delta D=k\Delta T,$ где $k=\frac{2}{tg\beta/2}$
4	Угол β и длина хорды L	$D=\frac{L}{\sin\beta/2};$ $\Delta D=k\Delta L,$ где $k=\frac{1}{\sin\beta/2}$

Примечания: 1. ΔD – отклонение диаметра от размера, на который настроен прибор; ΔH, ΔL, ΔF, ΔT – отклонения измеряемых величин; k – передаточный коэффициент; d – диаметр опорных роликов, мм.

2. Знак минус в формулах означает, что ΔD уменьшается при увеличении ΔH или $\Delta\beta$.

Прибор относится к первому типу (см. табл. 3.4.5). Перед измерением прибор должен быть настроен на определенную высоту сегмента, соответствующую номинальному значению измеряемого диаметра D. На-

стройка осуществляется по аттестованному диску или на плите по блоку концевых мер. Размер блока подсчитывается по формулам:

при измерении наружных диаметров

$$H = \frac{D+d}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(D+d)^2 - L^2};$$

при измерении внутренних диаметров

$$H = \frac{D-d}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(D-d)^2 - L^2}.$$

Отклонение измеряемого диаметра ΔD от номинального D определяется по формулам, приведенным в табл. 3.4.5.

Недостаток приборов с постоянным расстоянием между опорами заключается в том, что прибор, настроенный на разные диаметры (в диапазоне его измерения), имеет разную цену деления a (при настройке изменяется только H, а L остается постоянной, поэтому k также изменяется).

Цена деления $a = ka'$, где a' – цена деления измерительной головки.

Сфероконусомер СКМ предназначен для измерения диаметра сферы $D_ш$ пробки, диаметра сферы D_c пояса металлических седел и угла $2\alpha_c$ конического пояса седел из полимерных материалов. Устройство позволяет без переналадки контролировать обе детали затвора шарового крана определенного D_y.

Устройство (рис. 3.4.10) включает: корпус *1* и основание *2*, имеющие ножевидные базирующие поверхности; шариковую направляющую, состоящую из сепаратора *3* и комплекта шариков *4*. Индикатор *5* с диапазоном миллиметровой шкалы 0 … 10 мм и ценой деления основной шкалы 0,01 мм, закрепляется в корпусе винтом *6*. Шестью винтами *7* сепаратор прикрепляется к основанию СКМ. Тремя стопорными винтами *8* основание фиксируется в корпусе прибора при его транспортировке.

Настройка прибора осуществляется по образцовой мере – плите первого класса точности. При настройке по миллиметровой шкале индикатора обеспечивается натяг, равный 1/2 ее диапазона. Далее, при базировании прибора на плите, ноль основной шкалы совмещается с положением стрелки. При данной методике настройки СКМ позволяет контролировать выпуклые и вогнутые поверхности уплотнений деталей затвора без переналадки.

Прибор относится к первому типу. Значения $2\alpha_c$, D_c и $D_ш$ определяются на основе расчета.

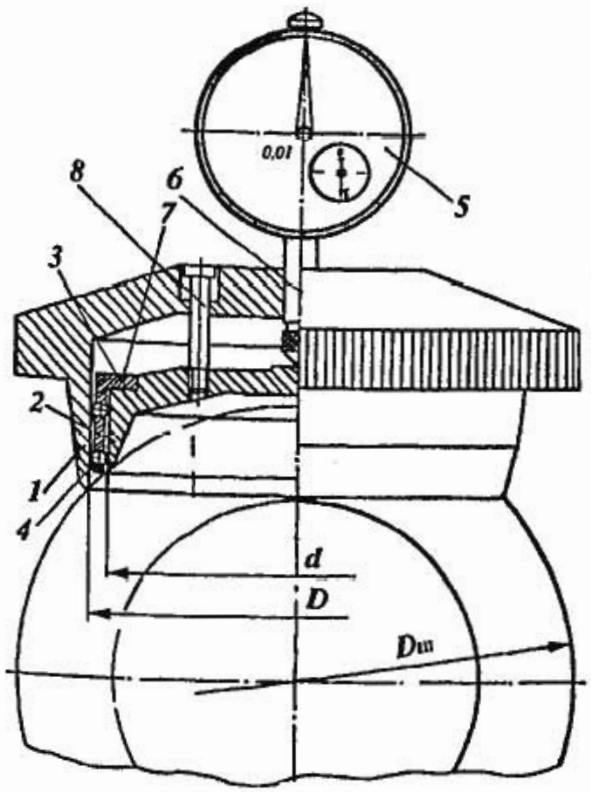


Рис. 3.4.10. Сфероконусомер СКМ для измерения диаметров пробок кранов

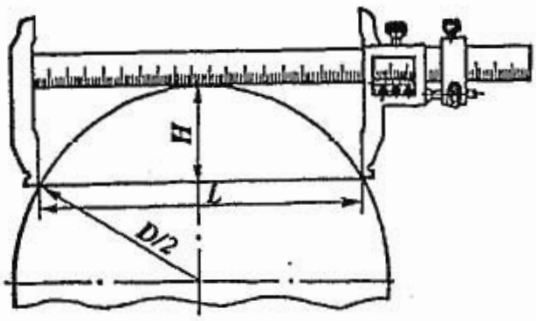


Рис. 3.4.11. Схема измерения с помощью штангенциркуля диаметров пробок кранов

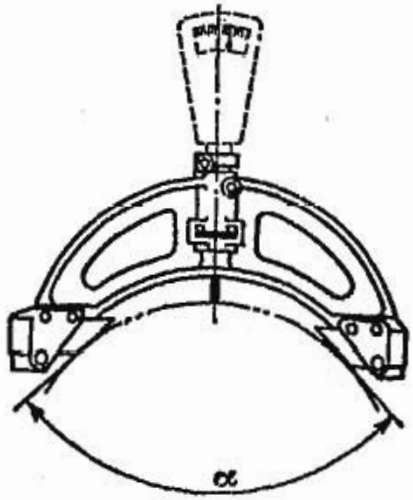


Рис. 3.4.12. Прибор "наездник" для измерения диаметров деталей затвора кранов

Погрешность сфероконусомера ± 5 мкм для линейных размеров и ± 20″ при измерении угловых размеров.

Штангенциркуль АШ (рис. 3.4.11) может быть использован как прибор первого типа, измеряющий длину L хорды при постоянной высоте H сегмента (см. табл. 3.4.5).

Прибор "наездник" (рис. 3.4.12) относится ко второму типу (см. табл. 3.4.5).

При соответствующем выборе угла α между опорными башмаками можно получить приборы с разной ценой деления (табл. 3.4.6). Настройка приборов на номинальное значение измеряемого диаметра производится по аттестованному диску либо по двум роликам и блоку концевых мер длины на специальном установочном приспособлении [19].

Таблица 3.4.6

α	38° 56'33"	60°	91° 10'6"	112° 53'7"	130° 45'40"
k	1	2	5	10	20
a, мм	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02

Примечание. Значения цены деления a прибора получены при цене деления измерительной головки $a' = 0{,}001$ мм.

Размер блока концевых мер определяется по формуле $H' = a - bD$, где a и b – постоянные величины, подсчитываемые для данного прибора и установочного приспособления по формулам:

$$a = \frac{L - d\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)\cos^2\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha} + \frac{d}{2}\left(1 + \sin\frac{\alpha}{2}\right); \quad b = \frac{1 - \sin\frac{\alpha}{2}}{2\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{1}{k},$$

где L – расстояние между наружными поверхностями роликов приспособления, мм; d – диаметр роликов, мм.

Цилиндромер Савина ПСК относится к третьему типу (см. табл. 3.4.5). Прибор для измерения по углу β и длине касательной T (рис. 3.4.13) состоит из корпуса, на одной из сторон которого расположены салазки *2* с микрометрической головкой *1*, двумя индикаторами *3* и муфтой *4*. Салазки устанавливают с помощью концевых мер на определенное значение длины касательной; микрометрическую и измерительные головки настраивают на ноль.

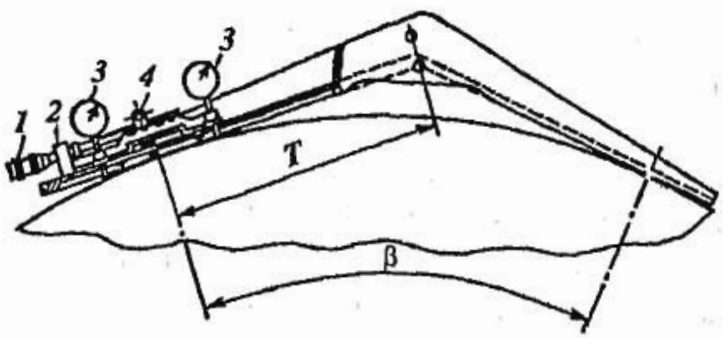


Рис. 3.4.13. Цилиндромер Савина ПСК для измерения диаметров деталей затвора кранов

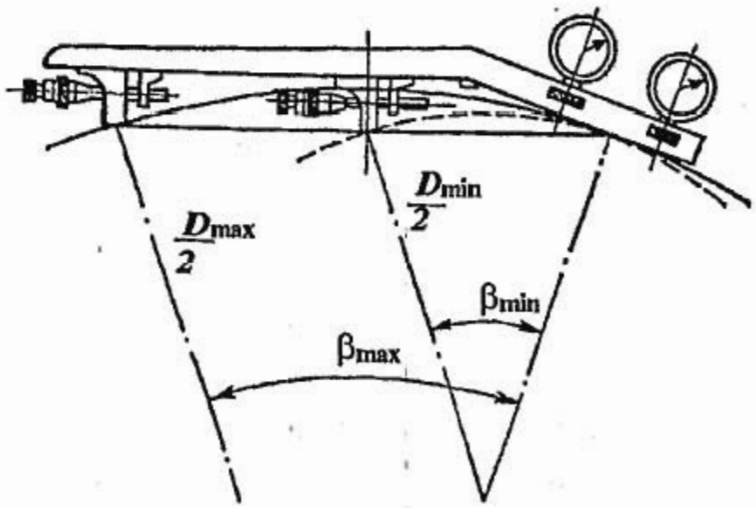


Рис. 3.4.14. Цилиндромер Савина ПСХ для измерения диаметров деталей затвора кранов

Цилиндромер Савина ПСХ относится к четвертому типу приборов (см. табл. 3.4.5).

Прибор для измерения по углу β и длине хорды (рис. 3.4.14) имеет каретку с микрометрической головкой, устанавливаемую на определенную длину хорды, и две измерительные головки.

При измерении приборами Савина их устанавливают на измеряемое изделие и передвигают салазки с помощью микрометрического винта, пока показания обеих измерительных головок не окажутся одинаковыми. В этом положении точка контакта касательной с изделием находится посредине между наконечниками измерительных головок.

В табл. 3.4.7 приведены технические характеристики приборов накладного типа [19].

Средства измерений ФГП деталей арматуры, основанные на тригонометрическом методе. Определенные трудности вызывает измерение угловых размеров 4-поверхностных систем затворов арматуры [7]. Сложности вызваны в первую очередь отсутствием четких рекомендаций по составу измеряемых параметров и их отклонениям. Особенно это можно отнести к клиновым задвижкам [24]. До настоящего времени в нормативной и конструкторско-технологической документации четко не определено, какие же угловые параметры необходимо отнести к функциональным и обязательным к нормированию и измерению. Это порождает трудности как в сфере производства, так и в сфере эксплуатации при ремонте задвижек.

Таблица 3.4.7

Приборы		Диапазон измерения, мм	Цена деления прибора, мкм
Тип	Условное обозначение		
1	ШК	500 ... 3000	50 ... 100
	Ридер 521	400 ... 1500	–
	ПКД-2	1000 ... 2000	20 ... 50
	ПКД-8	750 ... 1500	10
	ПКД-9	1000 ... 2000	20
	ПКД-10	1500	10
2	"Наездник"	500 ... 1200	20 ... 50
	ПКД-3	850 ... 1200	20 ... 50
	5ПКД-9	1300 ... 1700	5
	10ПКД-9	1300 ... 1700	10
3	Цилиндромер ПСК	500 ... 3500	–
4	Цилиндромер ПСХ	500 ... 3500	–

Для осуществления управляемого процесса производства и ремонта деталей затвора задвижек, клапанов, кранов необходимо измерять:

1) угловые размеры и угловые погрешности взаимного расположения уплотнений клиновой полости седла корпуса задвижки;

2) угловые размеры и угловые погрешности взаимного положения клина задвижки;

3) угловые размеры конического уплотнения седла корпуса клапана, крана и погрешности взаимного расположения седла относительно посадочной поверхности бугельного узла корпуса;

4) угловые размеры уплотнений золотника клапана.

Клиномер КК предназначен для измерения угла между уплотнениями корпуса клиновых задвижек. Устройство базируется на уплотнительные поверхности контролируемых корпусов.

Клиномер КК (рис. 3.4.15) включает контрольные скалки *2*, *3* разного диаметра и штангенглубиномер *4* с планкой *5*. Разность диаметров D_1 и D_2 скалок для задвижек D_y 400 мм составляет 35 мм. Скалки при изготовлении термообрабатывают, шлифуют и притирают. Некруглость скалок не должна превышать 1,5 мкм, нецилиндричность 2,0 мкм.

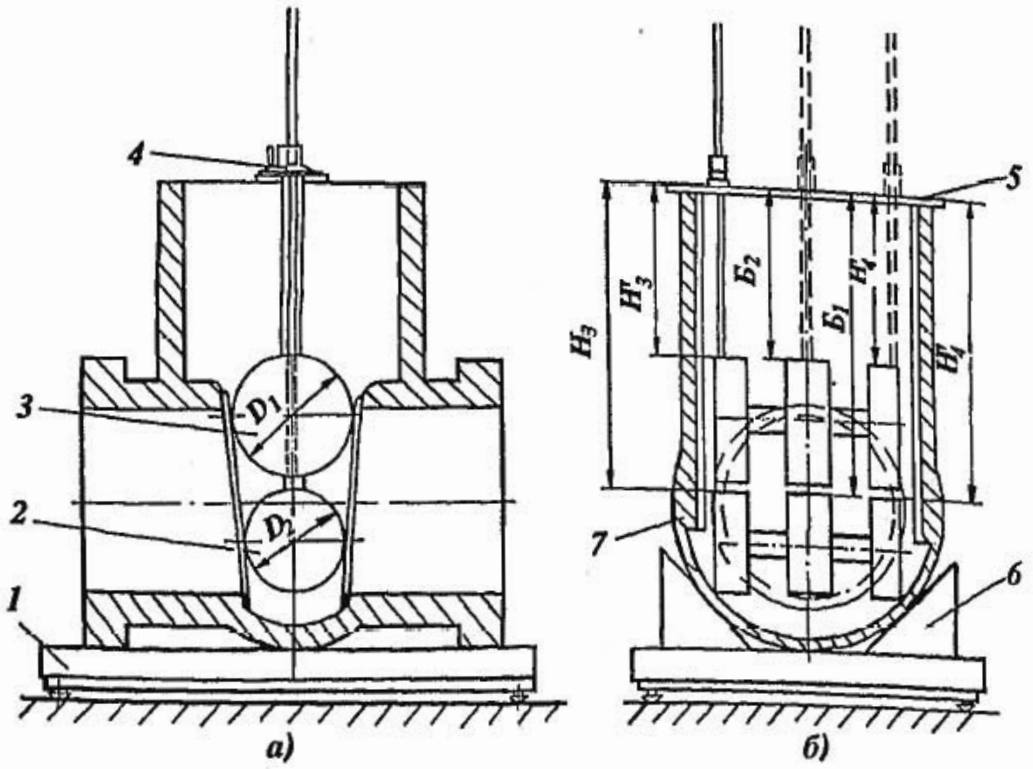


Рис. 3.4.15. Схема измерения устройством КК:
а – угла корпуса; *б* – отклонения взаимного расположения уплотнений корпуса

Принцип измерения основан на тригонометрическом методе. Контролируемый корпус *7* устанавливают на поверочную плиту *1* и фиксируют клиновыми упорами *6*. В корпус опускают малую скалку *2*. Штангенглубиномером *4* измеряют расстояние $Б_1$ до центральной рабочей поверхности скалки. После этого в корпус устанавливают скалку *3* большего диаметра и измеряют от той же базы расстояние $Б_2$. Полный угол уплотнений корпуса определяют по формуле:

$$2\alpha_к = 2\arcsin\left(\frac{D_1 - D_2}{2L}\right),$$

где $L = (Б_1 - Б_2) - \dfrac{D_1 - D_2}{2}$.

Устройство КК позволяет оценить отклонение расположения уплотнений корпуса. Штангенглубиномером измеряют размеры H_3, H_4 и H'_3, H'_4 (см. рис. 3.4.15, *б*) до боковых рабочих поверхностей скалок. Погрешность взаимного расположения определяют, как

$$\Delta\alpha_6 = \arcsin\left|\frac{D_1 - D_2}{L_1} - \frac{D_1 - D_2}{L_2}\right|,$$

где $L_1 = (H_3 - H_3') - \frac{D_1 - D_2}{2}$; $L_2 = (H_4 - H_4') - \frac{D_1 - D_2}{2}$.

Погрешность устройства ± 15″.

Клиномер КЛК (рис. 3.4.16) предназначен для измерения угла клина, состоит из клинового установочного приспособления сборной конструкции, поверочной плиты, индикаторной стойки с индикатором часового типа и шаблона. Клиновое установочное приспособление состоит из планки *4* с центральной опорой *5*, которая является базовой для клиньев различной длины, планок *11* с двумя различными наконечниками, базовое расстояние между которыми обеспечивается промежуточными планками *9*. Приспособление собирают с помощью боковых планок *2*, шпилек *3* и гаек *10*.

В собранном виде опорную поверхность установочного приспособления притирают и относительно нее тонким шлифованием доводят по высоте попарно опорные наконечники каждой из планок.

По данным аттестационных измерений устанавливают номинальный угол, применительно к каждому типоразмеру клиньев, по формуле:

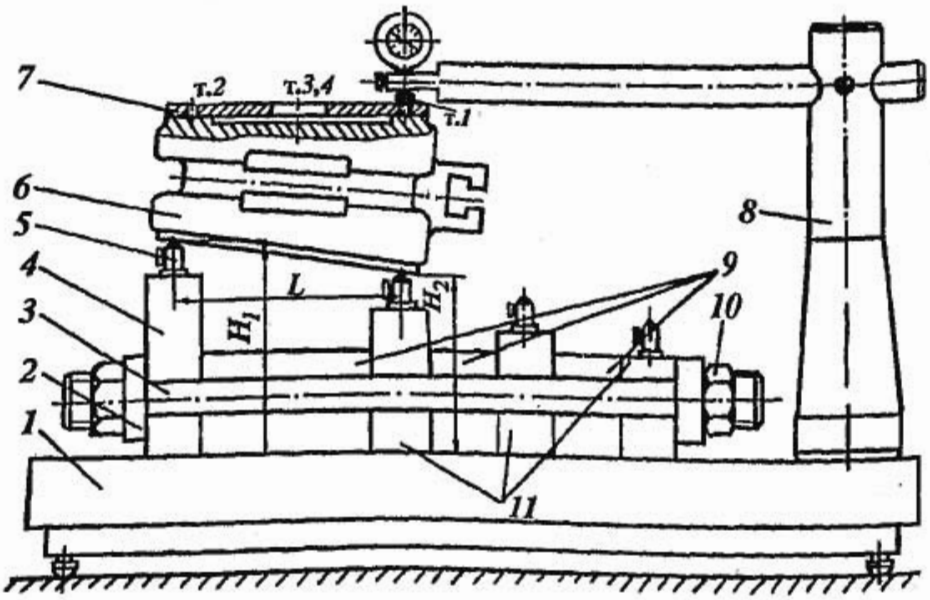


Рис. 3.4.16. Схема измерения устройством КЛК

$$\alpha_н = \text{arctg}\left(\frac{H_1 - H_2}{L_1}\right),$$

где H_1 – высота планки с центральной опорой, мм; H_2 – высота планки с двумя опорными наконечниками, мм; L_1 – расстояние между осями опорных наконечников, мм.

При измерении контролируемый клин *6* по рискам устанавливают на устройство, опорной поверхностью базирующееся на поверочной плите *1*. В качестве отсчетного устройства используется индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм, закрепленный на стойке *8*. На уплотнение клина устанавливают шаблон 7 с четырьмя отверстиями: тт. *1*, *2*, *3*, *4*. Относительно т. *1* индикатор устанавливают на ноль. Отклонение в т. *2* с учетом знака позволяет определить дополнительный угол клина относительно $\alpha_н$:

$$\beta = \text{arcsin}\left(\frac{B_2}{L_ш}\right),$$

где B_2 – отклонение от нулевого положения стрелки индикатора в т. *2*; $L_ш$ – аттестованное расстояние между отверстиями шаблона.

Полный угол клина:

$$2\alpha_{кл} = \alpha_н \pm \beta.$$

Погрешность данного устройства ±20 угловых секунд.

Конусомер индикаторный КМК предназначен для измерения угла уплотнения корпуса конусных кранов. Устройство позволяет при базировании на уплотнительную поверхность контролировать углы деталей затворов кранов D_y 15 ... 40 мм.

Конусомер КМК (рис. 3.4.17) состоит из корпуса *5* и подвижного относительно него основания *1*. Индикатор *7* часового типа, имеющий цену деления

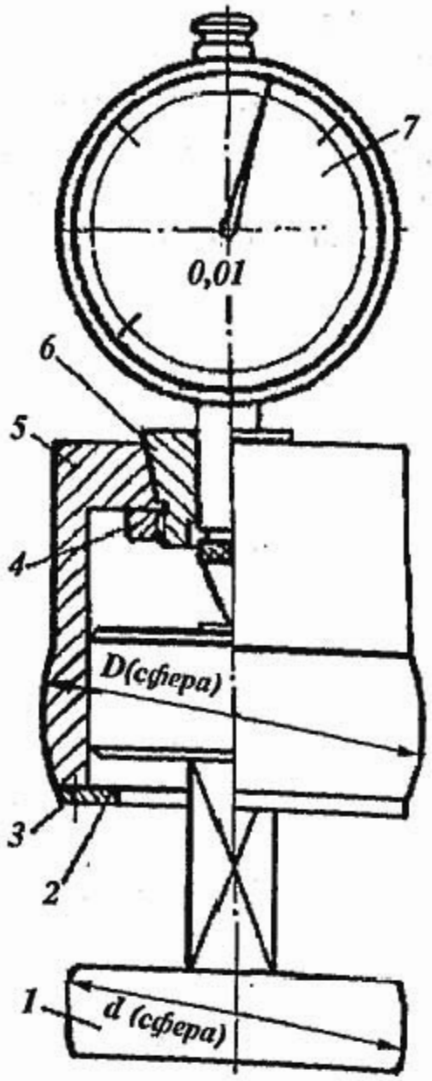


Рис. 3.4.17. Конусомер индикаторный КМК

основной шкалы 0,01 мм, закреплен в корпусе при помощи цангового зажима, включающего гильзу *6* и натяжную гайку *4*. Для фиксации основания в корпусе при транспортировке прибора на торце корпуса винтами *3* крепится стопорная шайба *2*.

При изготовлении корпуса и основания прибора особое внимание уделяют обеспечению соосности базирующих сферических поверхностей относительно посадочных поверхностей устройства. Отклонение от соосности сферы корпуса относительно внутренней посадочной поверхности и отверстия под цанговый зажим не должно превышать 5 мкм.

При настойке прибор (рис. 3.4.18) устанавливают в специальный конус, аттестованный по угловому параметру эталонированными средствами измерения углов. Относительно специального конуса поворотом шкалы индикатора ее нулевой штрих совмещают с положением стрелки основной шкалы. При измерении угла уплотнения корпуса пробковых кранов фиксируется отклонение (положительное или отрицательное), которое позволяет определить отличие по дополнительному углу β действительного угла $2\alpha_к$ от угла $\alpha_с$ специального конуса: $2\alpha_к = \alpha_с \pm \beta$.

Погрешность конусомера ±15 угловых секунд.

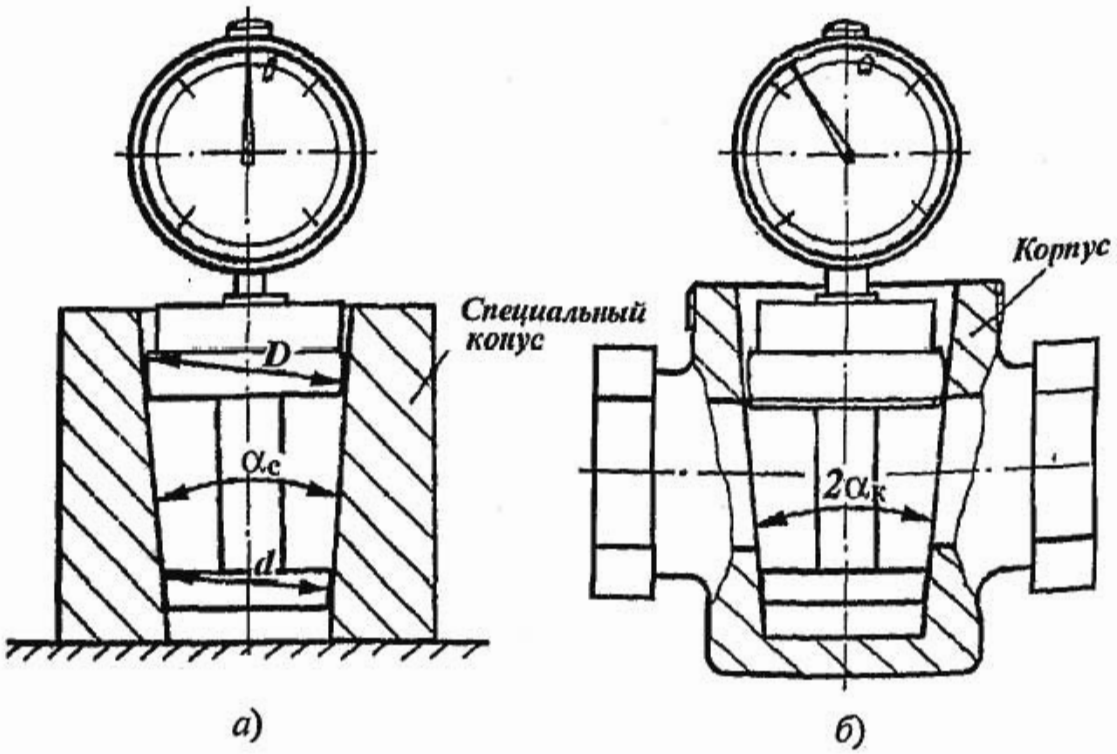


Рис. 3.4.18. Схема измерения устройством КМК:
а – настройка прибора; *б* – контроль угла уплотнения корпуса пробкового крана

Конусомер КМП (рис. 3.4.19) предназначен для измерения угла пробки кранов, состоит из корпуса *2* и основания *1*. Основание установлено в корпусе прибора по посадке с нулевым зазором и имеет возможность осевого перемещения, определяющего изменение размера *K*, фиксируемого по индикатору *5* с ценой деления основной шкалы 0,01 мм. Крепится индикатор в корпусе разрезной гильзой *4* и натяжной гайкой *3*. Фиксируется основание в корпусе прибора шайбой *6*, прикрепляемой к корпусу винтами.

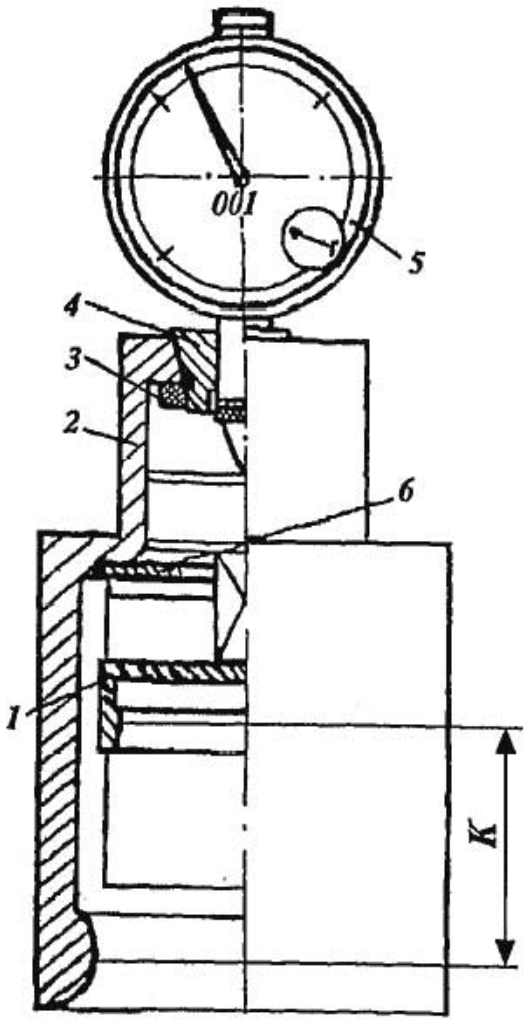


Рис. 3.4.19. Конусомер индикаторный КМП

Отклонения от соосности и от круглости базирующихся и посадочных поверхностей не должны превышать 5 мкм.

Контроль конусомером, аналогично КМК, осуществляется в два приема: настройка прибора и измерение угла уплотнения пробки крана (рис. 3.4.20). Настройка индикаторного конусомера *1* на ноль проводится при использовании специального конуса, расположенного на основании *2*, предварительно выстанавливаемого при помощи винтов *3* по уровню *4*. Угол специального конуса $\alpha_к$ аттестовывается на приборах для эталонного измерения углов. При измерении по отклонению *K*, используя специальные таблицы для пересчета, определяют отклонение действительного угла пробки крана $2\alpha_{пр}$ от угла $\alpha_к$ специального настроечного конуса.

Погрешность конусомера ± 15 угловых секунд.

Устройство ИУК [24] предназначено для измерения угла конуса в корпусе *6* клапана (рис. 3.4.21).

Устройство состоит из установочного элемента *4*, в корпусе *2* которого имеется измерительный наконечник *3* с плоской пятой. Перемещения наконечника фиксируются индикатором *5* часового типа с ценой де-

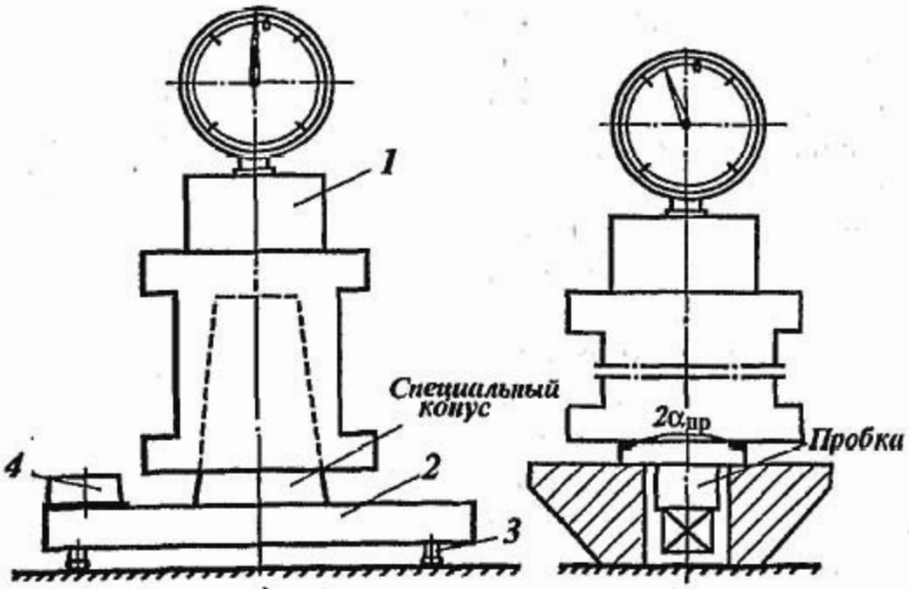


Рис. 3.4.20. Схема измерения устройством КМП:
а – настройка прибора; *б* – измерение угла затвора пробкового крана

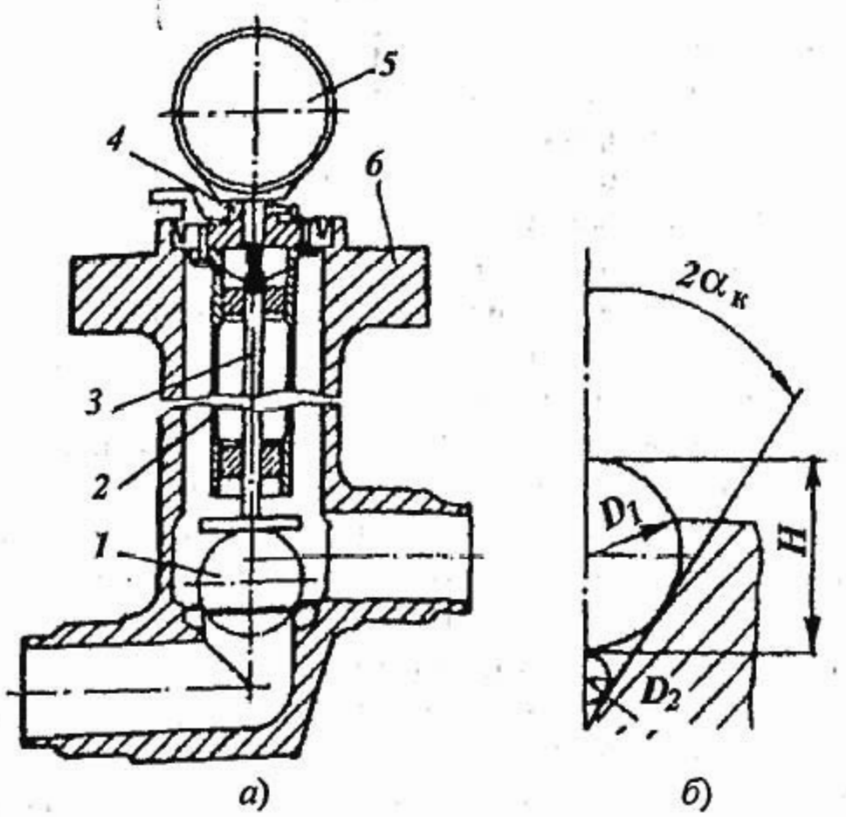


Рис. 3.4.21. Устройство ИУК для измерения угла конуса клапана:
а – схема устройства; *б* – схема к расчету угла конуса

ления 1,0 мкм. Кроме того, имеются два измерительных шарика *1*, аттестованные с высокой степенью точности. Процесс измерения принципиально не отличается от процесса измерения угла в корпусе клиновой задвижки устройством КК. В результате по разнице между положениями высших точек сфер H и известным диаметрам шаров D_1 и D_2 можно определить угол $2\alpha_к$ конической уплотнительной поверхности по формуле

$$2\alpha_к = 2\arcsin\frac{D_1 - D_2}{2\left(H - \frac{D_1 - D_2}{2}\right)}.$$

Суммарная погрешность измерения для клапанов D_y 20 ... 80 мм составляет 6".

Средства измерений ФГП деталей арматуры карусельного типа. С учетом низкой контроледоступности уплотнений арматуры, особенно корпусных деталей, представляют сложность измерения отклонений формы и волнистости поверхностей. Требуют оценки по плоскостности и специальные средства технологического оснащения, например, плиты притирочных (доводочных) станков. При этом в арматуростроении используют приборы карусельного типа. Индикаторные устройства оценки отклонений формы в основном рекомендуются для полимерных герметизаторов.

Плоскомер индикаторный [19] предназначен для измерения плоскостности поверхностей деталей диаметром до 1800 мм.

Прибор (рис. 3.4.22) состоит из основания *1* с колонной *2*, вокруг которой поворачивается кронштейн *3* с индикатором *4*.

Прибор устанавливают основанием на середину проверяемой поверхности и выверяют так, чтобы показания измерительной головки были одинаковы в трех произвольных точках проверяемой поверхности. По этим точкам, определяющим исходную плоскость, устанавливают измерительную головку на нуль, а затем определяют отклонения от нее других точек проверяемой поверхности.

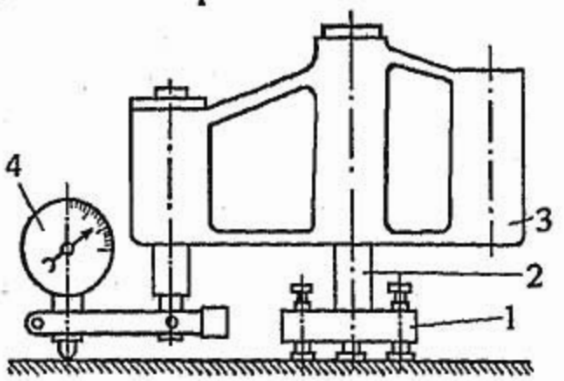


Рис. 3.4.22. Плоскомер индикаторный для измерения плоскостности деталей притирочных станков

Основные характеристики плоскомеров приведены в табл. 3.4.8.

Таблица 3.4.8

Параметры	Приборы типа	
	917	918
Наибольший диаметр окружности, ограничивающий проверяемую поверхность, мм	1800	900
Цена деления отсчетного устройства, мм	0,001; 0,002	
Погрешность прибора (без отсчетного устройства), мм	± 0,0025	
Размеры площадки для установки прибора, мм	Ø 440	Ø 220
Габаритные размеры, мм	1290×440×870	732×220×434
Масса, кг	46	30

Предельная погрешность плоскомеров при цене деления измерительной головки 0,001 мм – 3,2 мкм, а при 0,002 мм – 4,7 мкм.

Индикаторный макропрофилометр ИМП предназначен для измерения отклонений формы уплотнительных поверхностей деталей затворов задвижек, клапанов.

Общий вид макропрофилометра приведен на рис. 3.4.23.

Измерение индикаторным макропрофилометром, как и плоскомером, основано на методе измерения линейных отклонений перемещением измерительного наконечника индикатора часового типа с ценой деления отсчетного устройства 0,002 мм по контролируемой поверхности со снятием показаний индикатора в любой текущей точке поверхности.

Предельная погрешность прибора для арматуры D_y 100 ... 250 мм – 2,00 мкм.

Сферомакроволномер СВМ (рис. 3.4.24) индикаторный предназначен для измерения отклонений формы и волнистости уплотнений пробок шаровых кранов. Прибор, снабженный комплектом сменных оснований, позволяет аттестовывать пробки шаровых кранов D_y 50 ... 125 мм.

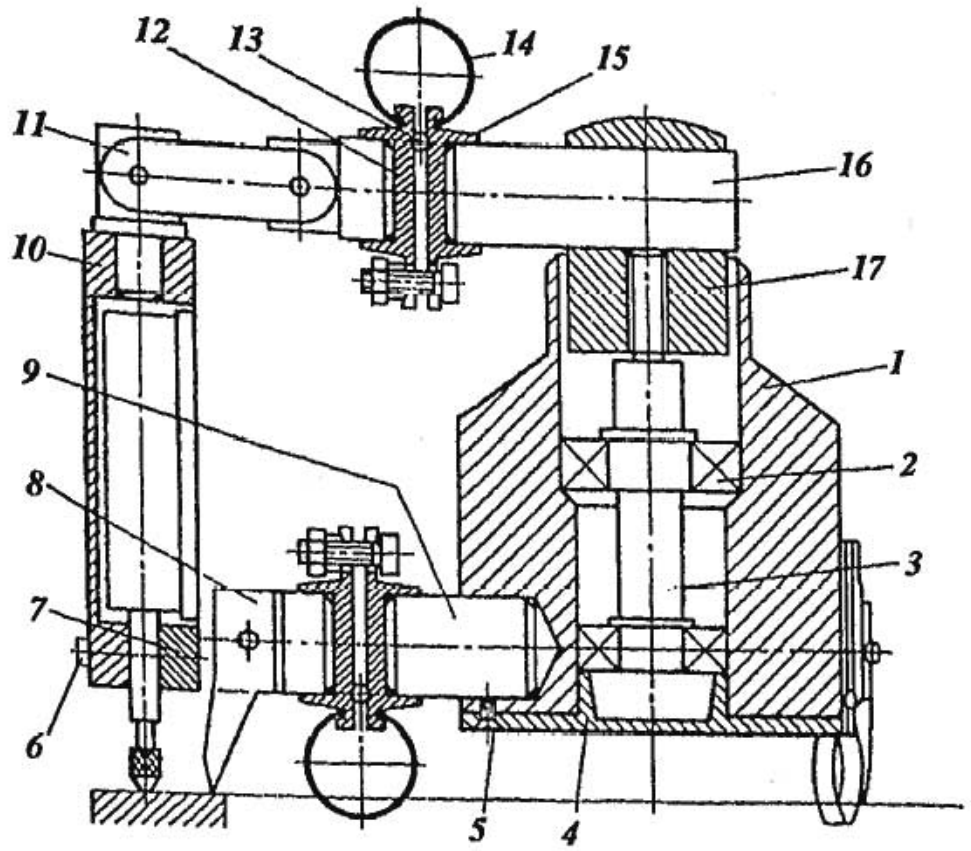


Рис. 3.4.23. Индикаторный макропрофилометр ИМП для измерения неплоскостности уплотнений:
1 – корпус; *2* – подшипник; *3* – валик; *4* – крышка; *5* – винт; *6* – фиксатор; *7* – упругая опора; *8* – опора; *9* – опорная штанга; *10* – корпус индикатора; *11* – серьга; *12* – обратная втулка; *13* – штифт; *14* – кольцевая пружина; *15* – втулка; *16* – индикаторный шток; *17* – цилиндрическая головка

Прибор включает корпус *1*, основание *2*, имеющее ножевидную базирующую поверхность, и радиально-упорный подшипник *3* четвертого класса точности. Прибор оснащен индикатором с диапазоном измерения 0 ... 1,0 мм и ценой деления основной шкалы 0,001 мм. Индикатор закрепляется в корпусе винтом *4*. До измерения прибор выставляют по уровню регулировкой опор *5*. Детали приборов должны быть термообработаны. Отклонение угла между осями отверстия под индикатор и расточки под подшипник в корпусе не должно превышать 10″. Эксцентриситет данных осей допускается не более 10 мкм. Параллельное и угловое смещения осей базирующей поверхности основания не должно превышать 3 мкм. Аттестация прибора в сборе осуществляется по следующей методике.

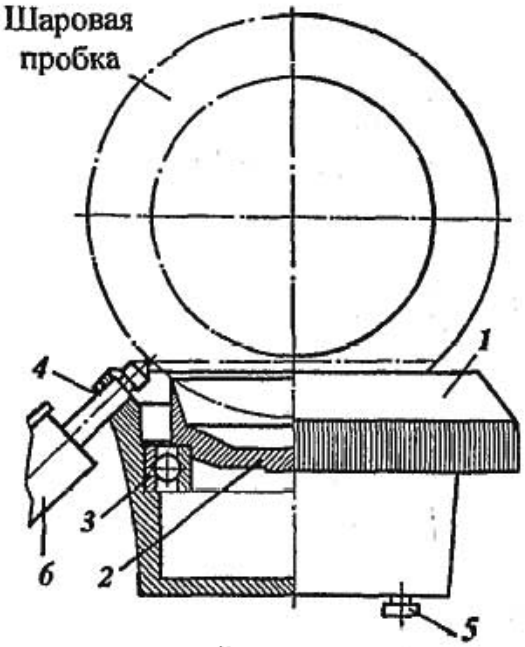


Рис. 3.4.24. Сферомакроволномер индикаторный СМВ

Индикатор прибора вводится в контакт с базирующей поверхностью основания. В первой точке круговой шкалы прибора индикатор устанавливается на ноль. При повороте основания через 10° фиксируются отклонения, характеризующие систематическую погрешность прибора. При измерении пробок отклонения должны учитываться.

При измерении отклонений пробки относительно базирующей поверхности основания проводится регистрация отклонений в 36 точках по периметру хордального сечения ее уплотнения. При этом, базирующая поверхность основания образует описывающую окружность для шаровой пробки.

Предельная погрешность устройства 2 мкм.

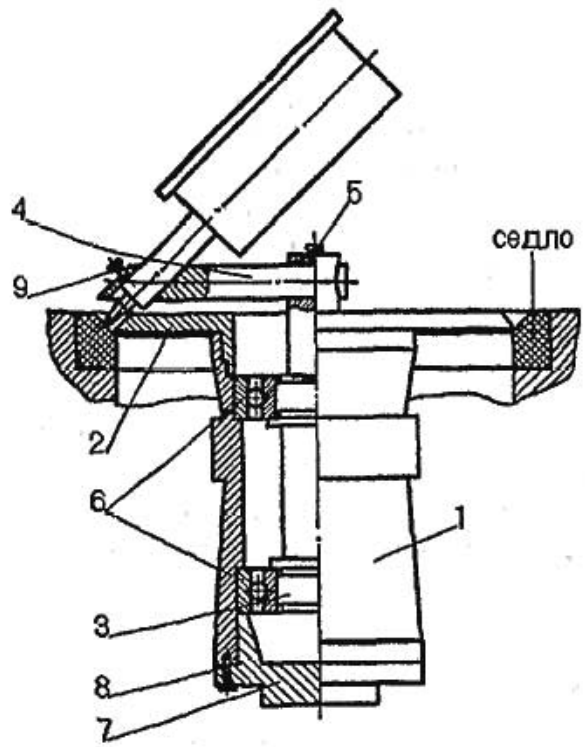


Рис. 3.4.25. Сфероконусомакроволномер индикаторный СКМВ

Сфероконусомакроволномер СКМВ индикаторный, предназначенный для измерения отклонений формы и волнистости уплотнений полимерных седел шаровых кранов (рис. 3.4.25), состоит из корпуса *1*, основания *2* со сферической базирующей поверхностью, вала *3*, штока *4*, винта *5* для крепления штока к валу, двух радиально-упорных подшипников *6*. Крышкой *7* вал фиксируется в корпусе, тремя винтами *8* крышка прикрепляется к корпусу прибора. Прибор оснащен индикатором часового типа с ценой деления основной шкалы 0,001 мм, который закреплен на штоке винтом *9*.

Аттестация прибора в сборе, процедура измерений аналогичны описанным для прибора СВМ.

Предельная погрешность устройства 3 мкм.

Автоматизированные средства измерений ФГП деталей арматуры. Из автоматизированных средств измерений выделим специальные угломерные устройства для клиновых задвижек и стандартизованные кругломеры и профилометры, выпускаемые заводом "Сейтронмаш" г. Пенза.

Устройства для селективной сборки элементов затвора клиновых задвижек по угловым параметрам. Устройства типа "СЕЙТРОНИК УУ2 (С.С.)" являются нестандартизованными средствами и предназначены для контроля элементов затвора клиновых задвижек по угловым параметрам в цеховых условиях в общем диапазоне диаметров условного прохода D_y 50 ... 1000 мм.

Внешний вид угломеров и их функциональная схема приведены на рис. 3.4.26.

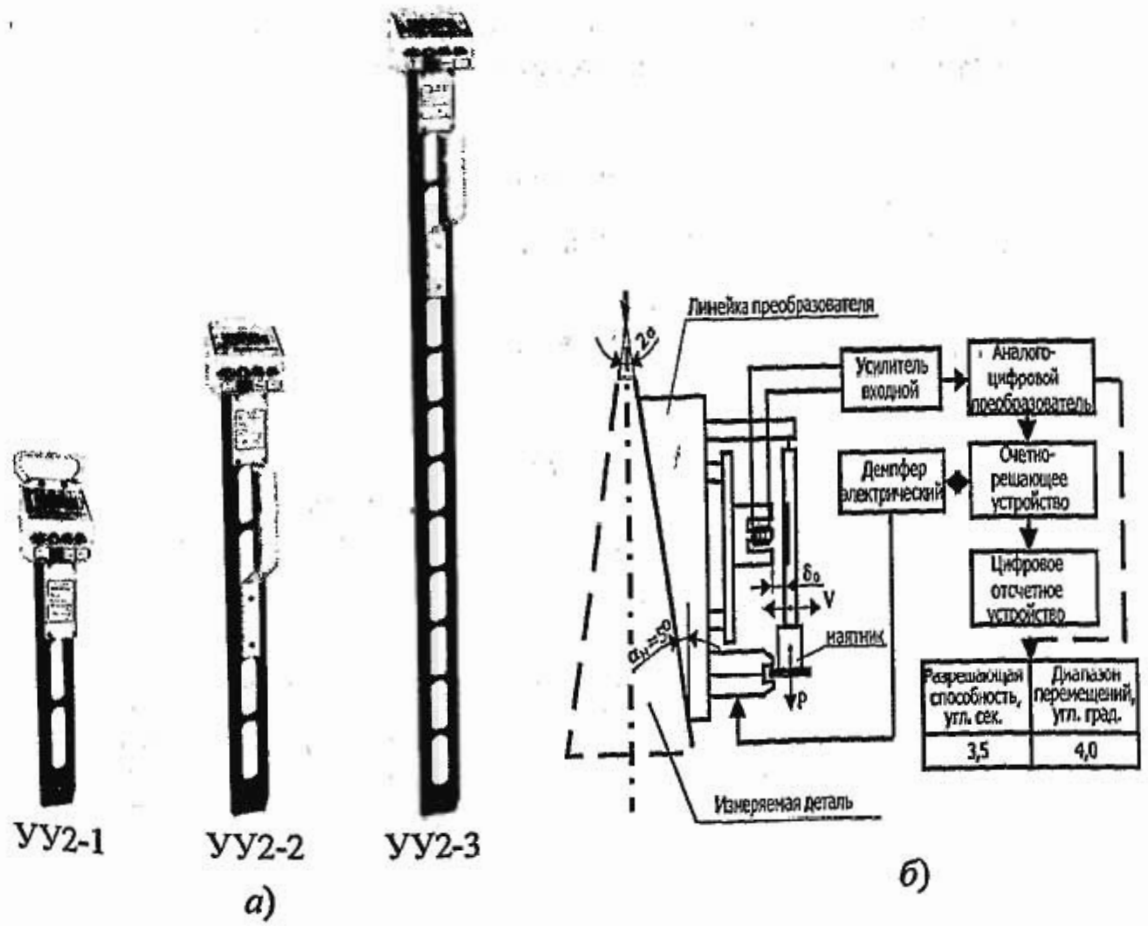


Рис. 3.4.26. Угломеры типа "Сейтроник УУ2 (С.С)":
а – общий вид; *б* – функциональная схема

В основу измерения угла 2α между уплотнительными поверхностями элементов затвора клиновых задвижек положен принцип измерения отклонения угла относительно углового эталона $\alpha_н$ каждой из уплотнительных поверхностей и последующее суммирование значений двух измерений. Последовательность измерений угла между уплотнительными поверхностями корпуса или клина прибором "СЕЙТРОНИК УУ2 (С.С.)" показана на рис. 3.4.27.

Угломерное устройство является переносным автономным микропроцессорным измерительным прибором и конструктивно объединяет первичный преобразователь и микропроцессорный блок с жидкостно-кристаллическим индикатором (ЖКИ).

Преобразователь первичный предназначен для преобразования углового положения в электрические сигналы. При измерениях первичный преобразователь прикладывается рабочими поверхностями линейки к уплотнительным поверхностям корпуса или клина. В зависимости от положения уплотнительных поверхностей относительно вертикали индуктивным датчиком вырабатываются соответствующие электрические сигналы, которые передаются в микропроцессорный блок.

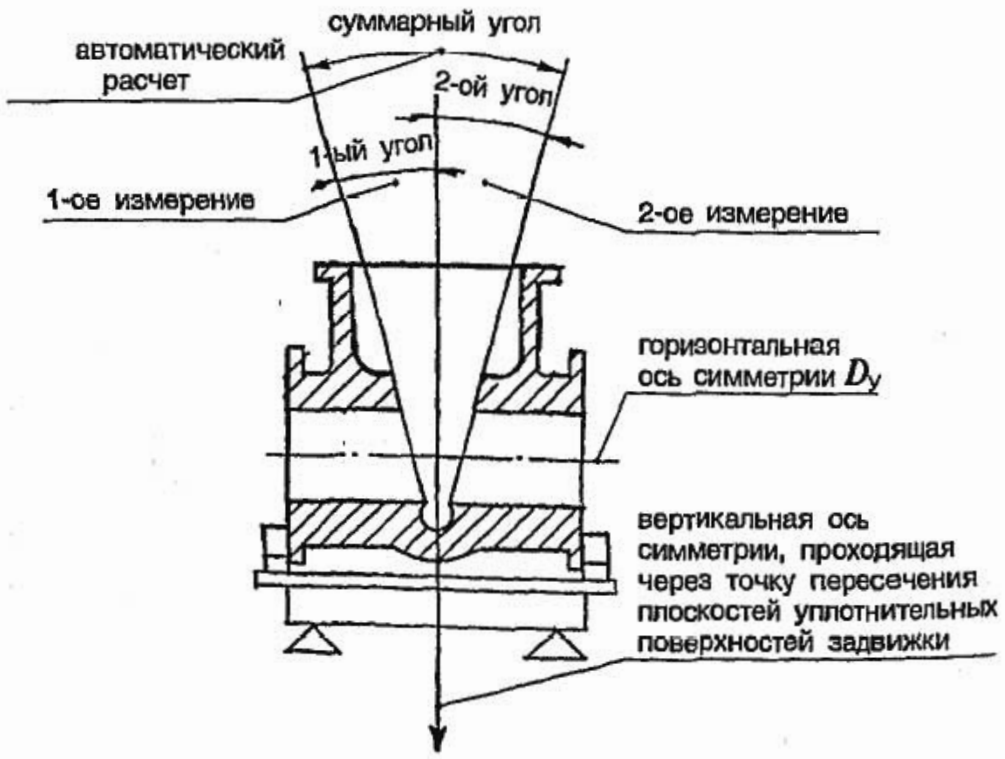


Рис. 3.4.27. Последовательность измерений угла между уплотнительными поверхностями корпуса

Микропроцессорный блок предназначен для преобразования поступающих с датчика первичного преобразователя электрических сигналов в цифровое значение измеряемой величины (градусы, минуты, секунды). На передней панели микропроцессорного блока расположен ЖКИ и кнопки управления. Прибор имеет ручку, которая используется при переноске и измерениях.

Приборы отличаются длиной угловых эталонов и унифицированы по D_y контролируемых задвижек и, поэтому, имеют различные габаритные размеры и массу. Технические характеристики приборов приведены в табл. 3.4.9.

Для обеспечения необходимой точности измерений угла корпуса или клина применяются специальные установочные приспособления. Внешний вид этих приспособлений приведен на рис. 3.4.28.

Таблица 3.4.9

Параметры	Номера исполнений устройств		
	УУ2-1	УУ2-2	УУ2-3
D_y	50 … 250	300 … 500	600 … 1000
Принцип действия	Контактный		
Диапазон измерения отклонений угла от вертикали, °	3 … 7		
Диапазон измерений угла между уплотнительными поверхностями, °	6 … 14		
Вид отсчета результатов измерений	Цифровой		
Дискретность отсчета, ″	10		
Предел допускаемой основной погрешности, %	5		
Питание	2 элемента питания напряжением 1,5 В типа R6 (316) AA или LR6		
Габаритные размеры, мм	370×80×54	655×80×54	1185×80×54
Масса, кг	1,6	2,7	4,7

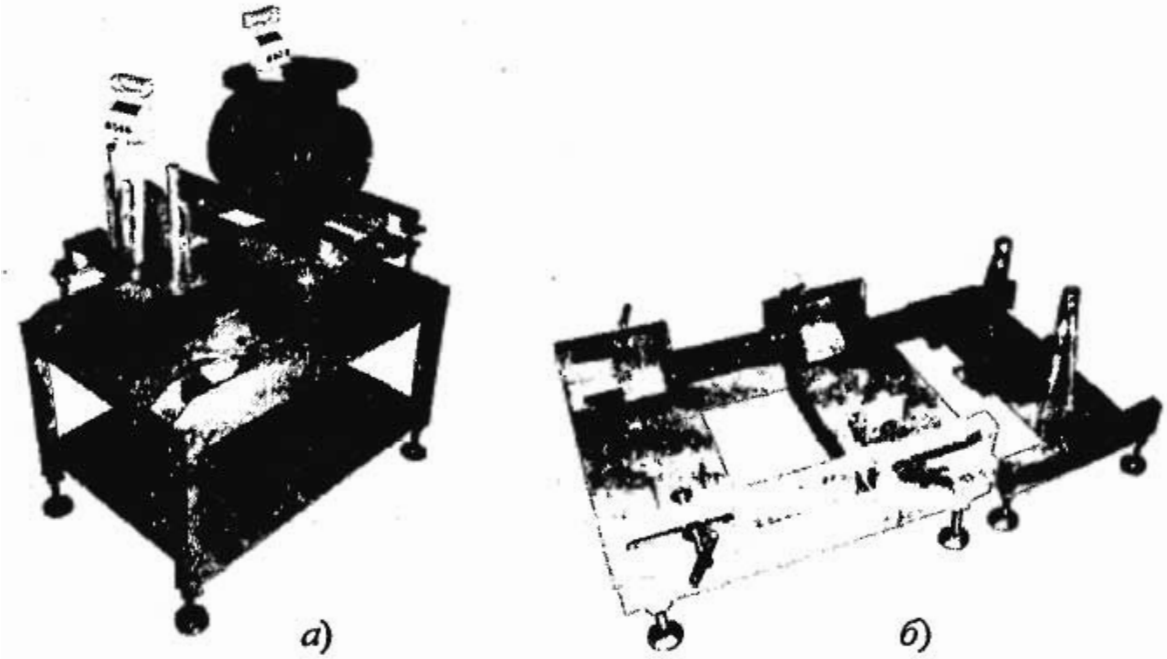


Рис. 3.4.28. Установочные приспособления для корпуса и клина задвижек:
а – D_y 50 ... 250 мм; *б* – D_y 300 ... 500 мм

Специальные установочные приспособления необходимы для точной установки и ориентирования уплотнительных поверхностей корпуса или клина задвижки относительно вертикали. Схема размещения корпуса и клина задвижки на специальных установочных приспособлениях при измерениях приведена на рис. 2.4.29. Специальные установочные приспособления отличаются габаритными размерами и массой в зависимости от D_y контролируемой задвижки.

Последовательность измерения следующая. Сначала выставляют в горизонтальное положение установочные приспособления с помощью уровня. Затем устанавливают контролируемую деталь затвора задвижки (корпус или клин) на соответствующее специальное установочное приспособление и закрепляют его. Выставляют положение оси симметрии корпуса задвижки от вертикали, используя уровень или отвес. Вворачивают опорный ролик со стороны рабочих поверхностей линейки первичного преобразователя. Включают прибор и опускают линейку первичного преобразователя внутрь корпуса задвижки на опорный ролик, прикладывая ее рабочими поверхностями к одной из уплотнительных поверхностей корпуса.

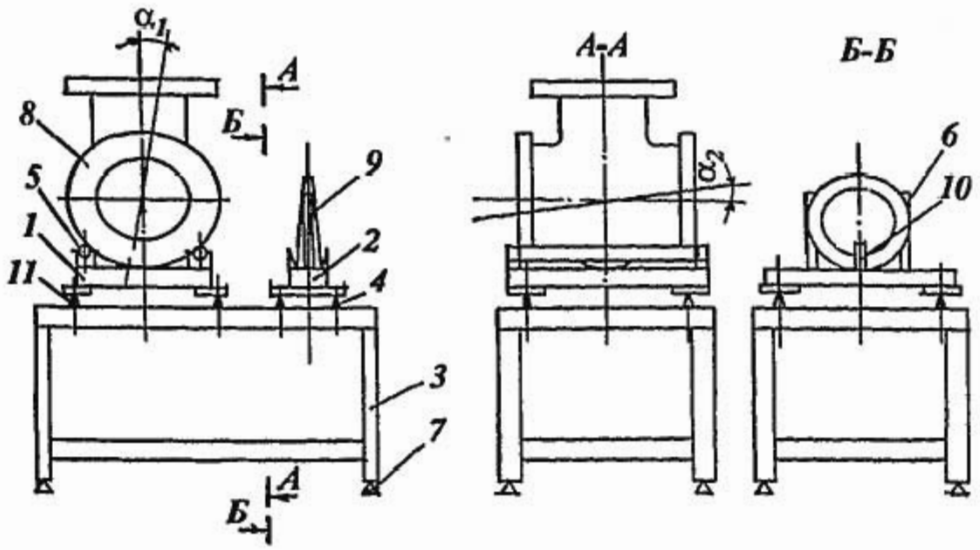


Рис. 3.4.29. Схема размещения корпуса и клина задвижки на специальных установочных приспособлениях при измерениях:
1–3 – установочные приспособления; *4*, *7*, *11* – нивелировочные элементы; *5* – опорные скалки; *6*, *9* – направляющие; *8* – корпус; *10* – упор

После измерения первого угла (значение измеренного угла запоминается в памяти отсчетного устройства) дается разрешение на проведение измерения второго угла (второй уплотнительной поверхности). Последовательность процесса измерений сохраняется.

После измерения второго угла на индикатор автоматически выводится значение суммы углов по результатам первого и второго измерений, т.е. угол 2α между уплотнительными поверхностями корпуса задвижки в градусах, минутах, секундах.

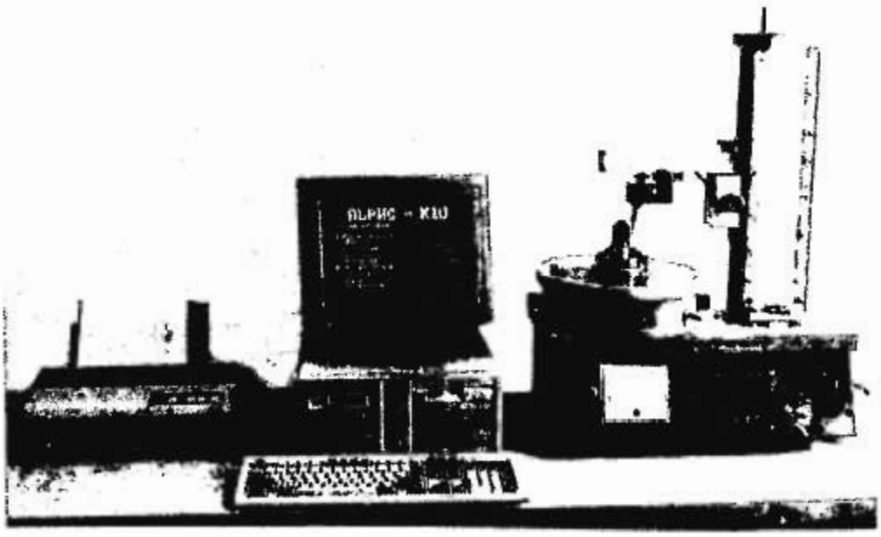
Процесс измерений угла между уплотнительными поверхностями клина принципиальных отличий не имеет.

Основные достоинства прибора: высокая точность измерений; автоматическая обработка измерительной информации; простота процесса измерений; простота в обслуживании.

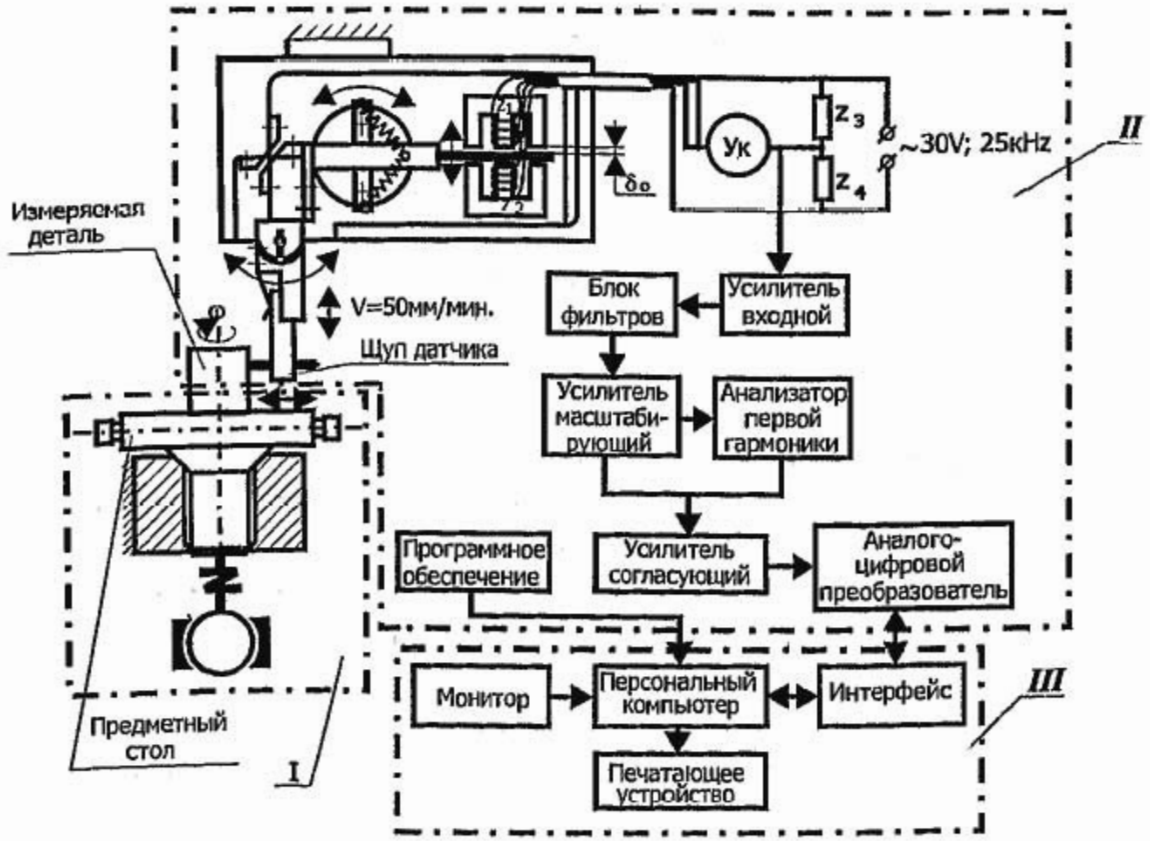
Предел допускаемой основной погрешности приборов 5 %.

Измерительная система "Абрис-К10.2" (рис. 3.4.30) является стандартизованным промышленным прибором.

Предназначена для измерения в цеховых и лабораторных условиях отклонений размеров, расположения, формы и волнистости плоских, цилиндрических, конических, сферических уплотнительных поверхностей задвижек, клапанов, кранов.



а)



б)

Рис. 3.4.30. Измерительная система "Абрис-К10.2":
а – общий вид; *б* – функциональная схема

Система позволяет проводить измерения: отклонений от круглости, прямолинейности, расположения осей и поверхностей; радиального и торцевого биения, волнистости, а также специальные измерения и их анализ (гранность, гармонический анализ, прецизионные измерения, автоматическая проверка, построение тестов). Система включает измерительный блок *I*, вычислительный блок *II* на базе ЭВМ, дисплей, печатающее устройство *III*. Отличается высокой точностью и простотой в обращении. Некоторые технические характеристики приведены в табл. 3.4.10.

Процесс измерений и взаимодействия основных блоков системы осуществляется следующим образом [24].

Измеряемая деталь устанавливается на предметный стол, где центрируется с погрешностью ±2,0 мм и нивелируется с погрешностью ±5°. Погрешности измерений поверхностей, вызываемые неточностью центрирования и нивелирования, при дальнейшей обработке вычитаются. Предметный стол вместе с деталью получает образцовое вращение, а наконечник щупа преобразователя осуществляет сканирование измеряемой поверхности. Колебания наконечника щупа передаются в преобразователь, где они преобразуются в электрические сигналы. В системе используются дифференциальные индуктивные датчики. Сигнал от преобразователя, как аналоговый измерительный сигнал, поступает в электронный блок для первичной обработки и затем в вычислительный блок для математической обработки.

Обработка результатов измерений базируется на спектральной оценке погрешностей. Применив полярную систему координат и рассматривая отклонения текущего раднуса-вектора как функцию полярного угла φ, можно представить отклонения контура радиального сечения детали в виде ряда Фурье:

Таблица 3.4.10

Характеристики	Значения
Наибольший диаметр измеряемых поверхностей, мм	320
Наибольшая высота измеряемых деталей, мм	250
Радиальная/осевая погрешность шпинделя, мкм	0,05/0,08
Наибольшее вертикальное увеличение	50000
Предел допускаемой основной погрешности, %	10
Габаритные размеры, мм	540×320×700

$$f(\varphi) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{k=n} (a_k \cos k\varphi + bk \cos k\varphi),$$

где a_k и b_k – координаты ряда Фурье; k – порядковый номер гармоники; $a_0/2$ – постоянный или нулевой член разложения.

Ряд Фурье можно записать также в виде:

$$f(\varphi) = C_0/2 + \sum_{k=1}^{k=n} C_k \cos(k\varphi + \varphi_k),$$

где C_k – амплитуда k-й гармоники; φ_k – фаза.

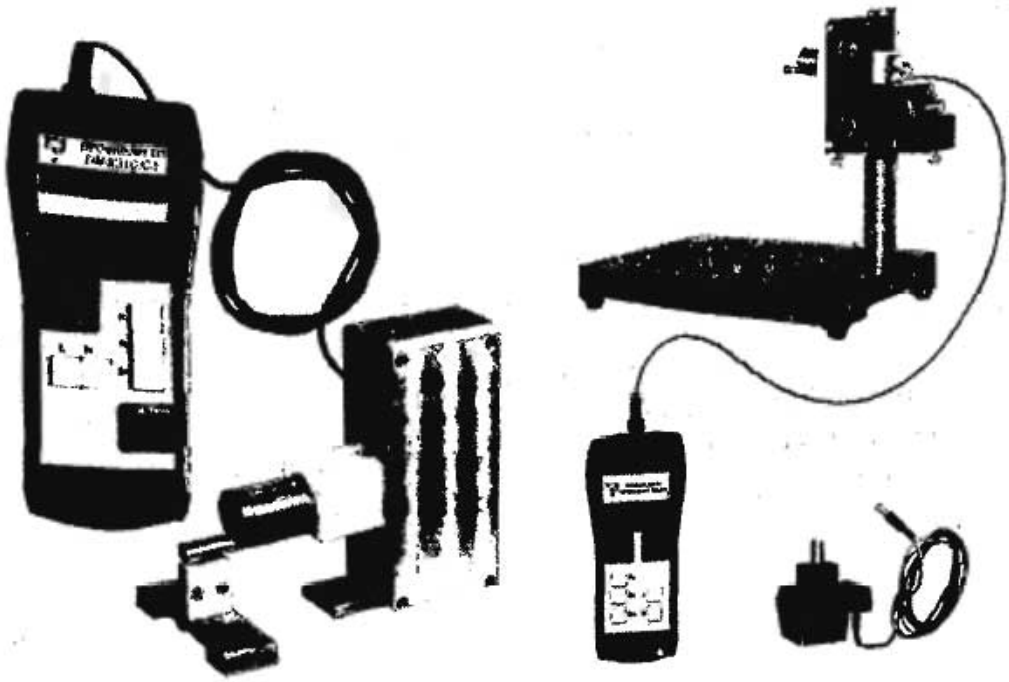
В табл. 3.4.11 дано распределение гармоник ряда Фурье между погрешностями при изготовлении деталей. Эта информация необходима для выделения спектральной зоны при измерении каждой из вышеуказанных погрешностей; определения формы и конструкции измерительного наконечника прибора.

Профилометр "Сейтроник ПМ-8Э (С.С.)" представляет собой стандартизованный высокоточный цифровой микропроцессорный прибор для измерения в широком диапазоне шероховатости поверхностей по высотным параметрам *Ra*, *Rz* и шаговому параметру *Sm* в цеховых, лабораторных, а также в полевых условиях. Внешний вид профилометра показан на рис. 3.4.31.

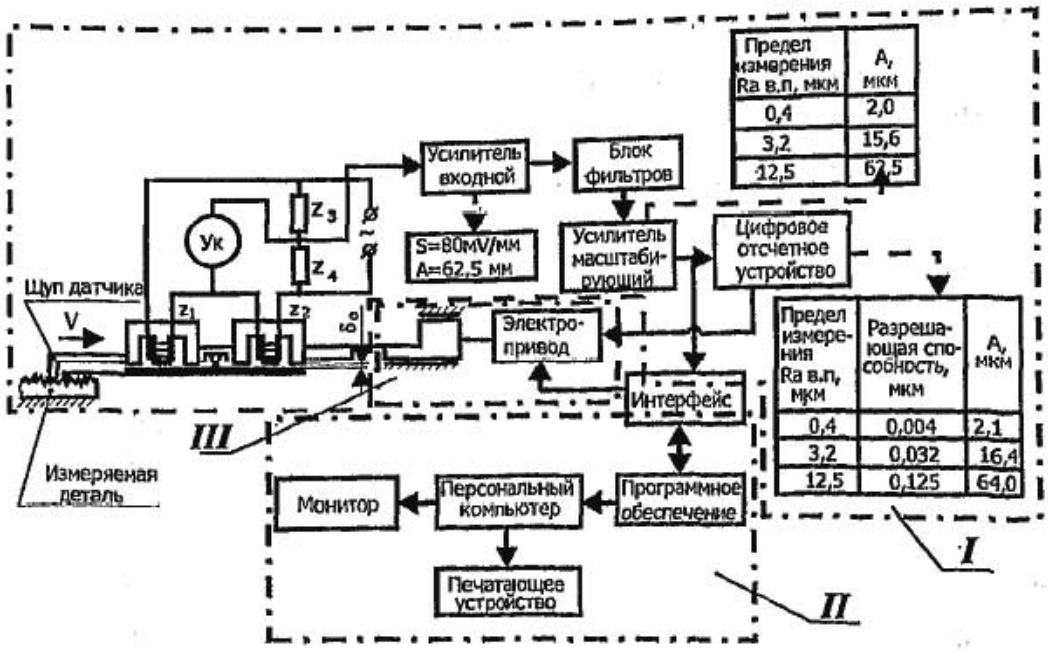
Профилометр соответствует требованиям ГОСТ 19300, относится к приборам первой степени точности, позволяет производить измерения шероховатости поверхностей в любом пространственном положении.

Таблица 3.4.11

Номер гармоники k	Математическое описание членов разложения ряда Фурье	Погрешность
0	$a_0/2$ или $C_0/2$	Размера
1	$C_1 \cos(\varphi + \varphi_1)$	Положения
2 ... 14	$C_k \cos(k\varphi + \varphi_k)$	Формы
15 ... 45		Волнистость
46 ... 500		Шероховатость



а) *б)*



в)

Рис. 3.4.31. Профилометр "Сейтроник ПМ-8Э (С.С.)":
а – исполнение малогабаритное "цеховое" для экспресс-измерений;
б – исполнение для лабораторных измерений; *в* – функциональная схема

Измерение параметров шероховатости поверхности производится по системе средней линии в соответствии с номенклатурой и диапазонами значений, предусмотренными отечественными и международными стандартами.

Формы измеряемых поверхностей – плоские, цилиндрические, конические и другие поверхности, сечение которых в плоскости измерений представляет прямую линию. В режиме работы без движения щупа возможно измерение шероховатости сфер пробок и седел шаровых кранов при использовании специального приспособления.

Принцип действия – контактный. Метод измерения – непосредственной оценки. Вид отсчета результатов измерений – цифровой.

Основные технические характеристики профилометра приведены в табл. 3.4.12.

Таблица 3.4.12

Характеристики	Значения
Измеряемые параметры	*Ra*, *Rz*, *Sm*
Дискретность отсчета, мкм	0,01
Наибольшая глубина измеряемого отверстия, мм	20
Минимальный диаметр измеряемого отверстия на глубине 20 мм, мм	6
Тип датчика	индуктивный
Диапазон измерения по параметрам: *Ra*, мкм *Rz*, мкм *Sm*, мкм	 0,04 ... 12,5 0,16 ... 50,0 8,0 ... 250,0
Максимальная трасса ощупывания, мм	15
Значения отсечек шага, мм	0,25; 0,8; 2,5
Предел допускаемой основной погрешности профилометра для профиля, близкого к трапецеидальному, мкм	$\Delta Ra = 0{,}02Ra_{вп} + 0{,}04Ra$ $\Delta Rz = 0{,}03Rz_{вп} + 0{,}05Rz$ $\Delta Sm = 0{,}028Sm_{вп} + 0{,}18Sm$
Статистическая измерительная сила, Н, не более	0,004

Окончание табл. 3.4.12

Характеристики	Значения
Сила воздействия опоры датчика на контролируемую поверхность, Н, не более	0,5
Источник питания	5В от 4-х аккумуляторных батарей типа HRC6 (типоразмер АА) или через адаптер с выходным напряжением 9В
Габаритные размеры, мм:	
первичный преобразователь	Ø 27 × 150
микропроцессорный блок	182 × 90 × 38
Масса, г, не более:	
первичный преобразователь	360
микропроцессорный блок с аккумуляторными батареями	480

Профилометр состоит из трех блоков: первичного преобразователя *I* и микропроцессорного блока *II* и привода *III*. Первичный преобразователь выполнен в цилиндрическом металлическом корпусе и присоединяется к микропроцессорному блоку кабелем через разъем. Микропроцессорный блок заключен в корпус из ударопрочного пластика.

При измерениях микропроцессорный блок может размещаться на столе, другой ровной площадке или закрепляться на руке.

На передней лицевой панели микропроцессорного блока находятся клавиши управления прибором и жидкокристаллический индикатор.

Профилометр комплектуется дополнительными приспособлениями П1–П7, позволяющими производить измерения шероховатости поверхностей деталей с различной конфигурацией и в различных пространственных положениях. Дополнительные приспособления показаны на рис. 3.4.32.

Отдельные примеры использования дополнительных приспособлений показаны в табл. 3.4.13.

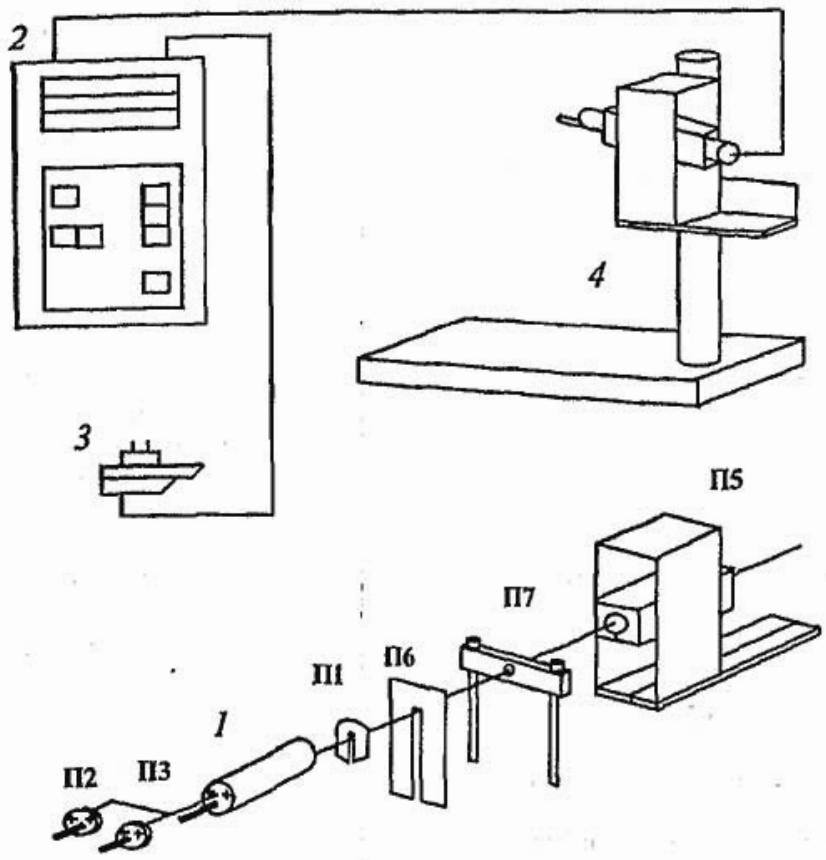


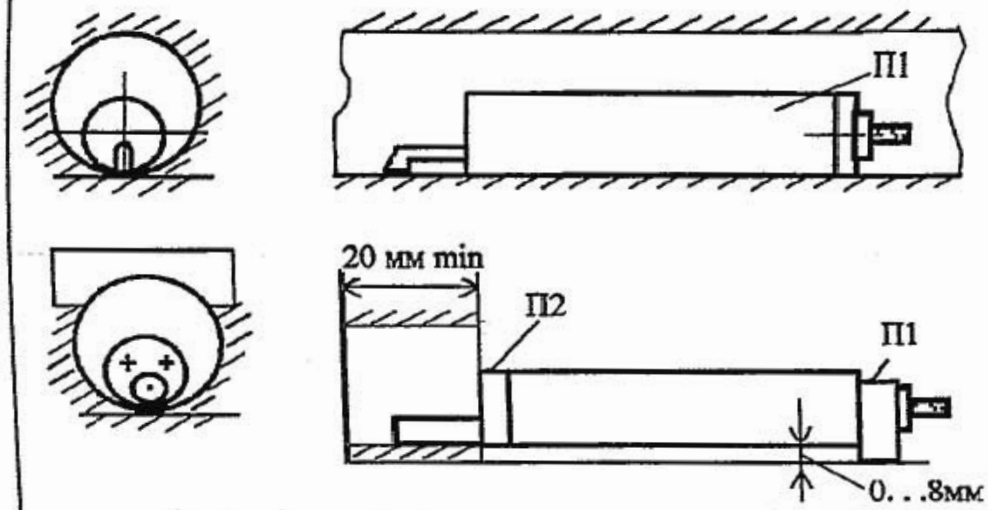
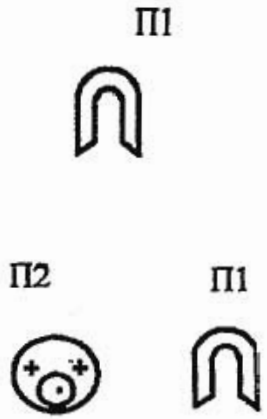
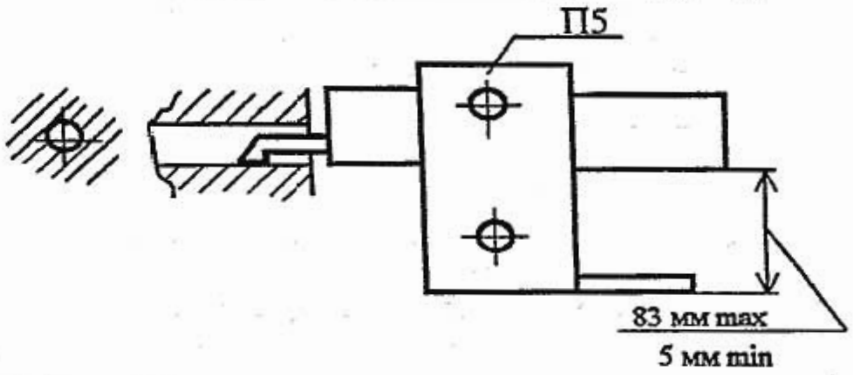
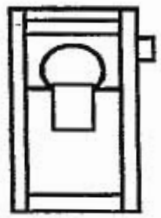
Рис. 3.4.32. Дополнительные приспособления П1–П7 к профилометру:
1 – датчик; *2* – преобразователь; *3* – разъем; *4* – установочное приспособление

Действие профилометра основано на принципе ощупывания неровностей контролируемой поверхности алмазной иглой и преобразования возникающих при этом механических колебаний щупа в электрический сигнал, изменяющийся пропорционально колебаниям.

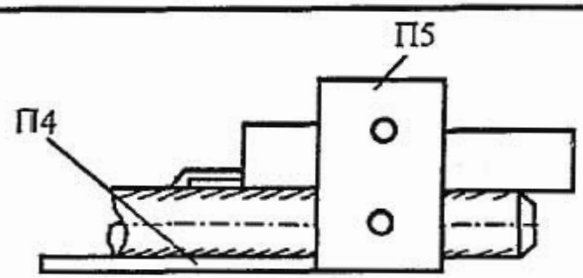
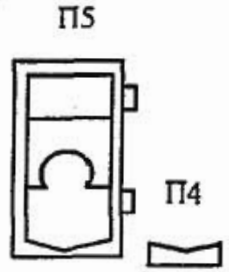
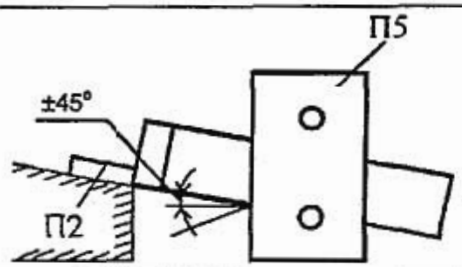
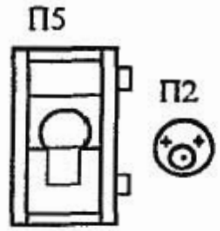
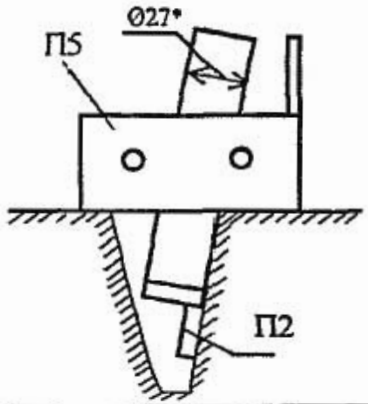
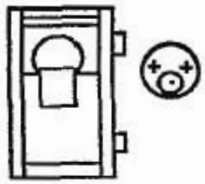
Для проверки правильности показаний профилометр оснащается мерой (образцом) шероховатости с указанной на ней шероховатостью в микрометрах.

Первичный преобразователь подключается к микропроцессорному блоку через разъем. Питание профилометра может осуществляться как от сети 220 В через сетевой адаптер, так и автономно от 4-х внутренних аккумуляторных батарей, что позволяет применять прибор в полевых условиях. Базирование первичного преобразователя на измеряемую поверхность осуществляется с помощью дополнительных приспособлений, с опорой на контролируемое изделие или без опоры. Правильность базирования и разрешение на измерения отражается на экране.

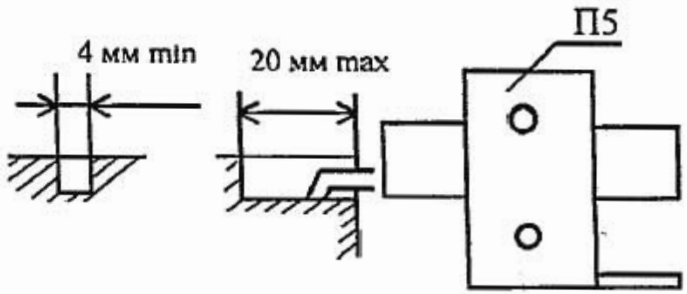
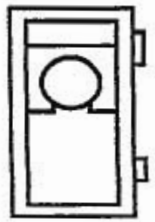
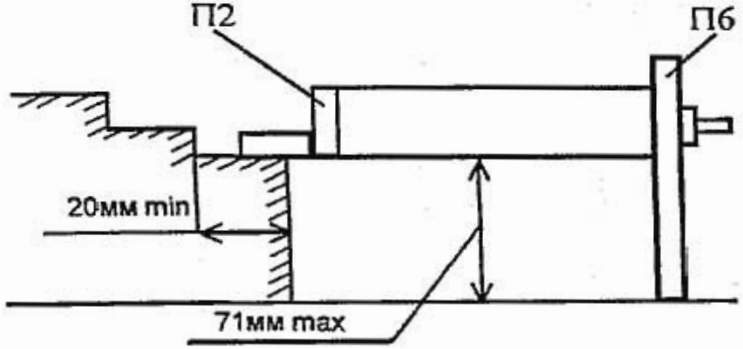
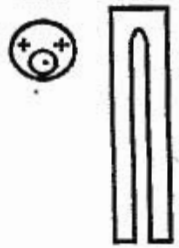
Таблица 3.4.13

Тип измеряемой поверхности	Установка приспособлений и первичного преобразователя на измеряемой поверхности	Применяемые приспособления
Плоскости и внутренние цилиндрические поверхности (трубы ∅ 28 мм, min). Плоскости и внутренние цилиндрические поверхности малой длины		
Отверстия (∅ 6 мм, min; глубиной 20 мм, max)		

Продолжение табл. 3.4.13

Тип измеряемой поверхности	Установка приспособлений и первичного преобразователя на измеряемой поверхности	Применяемые приспособления
Наружные цилиндрические поверхности до ∅ 30 мм, max; длиной ~ 200 мм, max		
Наклонные поверхности		
Вертикальные отверстия, конусы (∅ 6 мм, min; глубиной 20 мм, min)		

Окончание табл. 3.4.13

Тип измеряемой поверхности	Установка приспособлений и первичного преобразователя на измеряемой поверхности	Применяемые приспособления
Канавки		П5 
Ступенчатые поверхности		П2 П6 

Измерение всех параметров шероховатости осуществляется во время прямого хода щупа по измеряемой поверхности. После окончания измерения на индикаторе высвечивается значение параметра *Ra*.

Результаты измерения *Rz*, *Sm* выводятся на индикатор путем нажатия соответствующих клавиш *Rz*, *Sm* с точностью до 0,01 мкм.

При работе профилометра на индикатор микропроцессорного блока кроме значений измеряемых параметров шероховатости выводятся сообщения о состоянии прибора:

– символьное сообщение о правильном базировании первичного преобразователя на измеряемую поверхность перед измерениями;

– буквенное сообщение о процессе измерения;

– символьное сообщение о состоянии баланса измерительного механизма щупа на конечном участке трассы, т.е. об уходе (отрыве) щупа (иглы) из плоскости измеряемой поверхности;

– буквенное сообщение о превышении предела измерений и невозможности измерения данной шероховатости;

– буквенное сообщение о работе прибора в режиме без движения щупа;

– буквенное сообщение о состоянии источника питания прибора (разрядка батарей).

Предел допускаемой основной погрешности прибора по ΔRa, ΔRz и ΔSm устанавливается расчетным путем (см. табл. 3.4.12).

Глава 4

СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АРМАТУРЫ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

4.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В АРМАТУРОСТРОЕНИИ

В период становления рыночных отношений в арматуростроении формируется новая система управления, включающая рыночные механизмы. Основным принципом развития рыночной экономики является постоянное расширение прав и ответственности субъектов хозяйствования (предприятий, предпринимателей) при минимальном государственном вмешательстве в хозяйственную деятельность. Важнейшими регуляторами хозяйственной деятельности, с одной стороны, является конкурентоспособность арматуры, с другой стороны, воздействие государственных органов, направленное на обеспечение ее безопасности для здоровья и жизни граждан, их имущества и окружающей природной среды.

В соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании" отменяются законы "О сертификации продукции и услуг" и "О стандартизации", вводятся понятия технического регулирования, технического регламента, подтверждения и декларирования соответствия, излагаются новые цели стандартизации и сертификации.

Техническое регулирование выступает как правовой аспект исполнения обязательных требований, излагаемых в технических регламентах, и требований добровольных, описываемых в стандартах. Оно служит механизмом правового регулирования в области оценки соответствия.

Технические регламенты принимаются в целях:

- защиты жизни и здоровья граждан и имущества;
- охраны окружающей среды;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Принятие технических регламентов в иных целях не допускается. Технические регламенты подразделяются на общие и специальные. Общие технические регламенты принимаются по широкому спектру вопро-

сов безопасности, специальные – для особо опасных объектов. В технических регламентах не рекомендуется делать ссылки на стандарты [18].

Национальные стандарты и стандарты организаций должны отвечать принципу ***добровольного применения*** и целям стандартизации:

– повышение уровня безопасности, в том числе с учетом риска, и содействие соблюдению требований технических регламентов;

– обеспечение научно-технического прогресса;

– повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг;

– рациональное использование ресурсов;

– техническая и информационная совместимость;

– сопоставимость результатов исследований (испытаний) и измерений;

– взаимозаменяемость продукции.

Подтверждение соответствия осуществляется в целях:

– удостоверения соответствия объектов техническим регламентам, стандартам, условиям договоров;

– содействия приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;

– повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;

– создания условий для свободного перемещения товаров, осуществления международной торговли.

Подтверждение соответствия может носить добровольный или обязательный характер. Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме **добровольной сертификации**, обязательное – в формах **декларирования соответствия, обязательной сертификации.**

Начиная с 60-х годов XX века понятия, принципы, правила и процедуры сертификации развивались и формировались на международном, региональном и национальном уровнях. Причем, в связи с интернационализацией торгово-промышленных отношений, созданием в рамках европейских сообществ единого экономического пространства, в развитых странах был сделан акцент на гармонизацию терминологических и организационно-методических аспектов сертификации с соответствующими документами ИСО/МЭК и ЕЭК ООН.

Европейская экономическая комиссия ООН разрабатывает рекомендации по заключению соглашений о сертификации, адресуя их прави-

тельствам стран европейского региона. Эти документы учитывают необходимость нахождения общих принципов для соглашений регионального или двустороннего характера и направлены на предотвращение так называемых нетарифных барьеров в международной торговле.

Значительный интерес представляют периодически обновляемые документы Международной конференции по аккредитации испытательных лабораторий (ИЛАК) – организации, систематизирующей и обобщающей опыт по правовым и техническим вопросам международного признания результатов испытаний продукции, по аккредитации испытательных лабораторий сертификационными или правительственными органами, системами аккредитации и оценке качества результатов испытаний и т.д.

В настоящее время на международном уровне существует несколько систем сертификации, включающих сертификацию как систем управления качеством, так и отдельных видов продукции.

Особенности таких систем сертификации (они различны по своему статусу) предопределяют специфичность правил функционирования каждой из них. Однако они все объединены заложенным в их основу организационно-методологическим подходом, разработанным ИСО и развитым в Руководствах ИСО/МЭК.

В условиях все возрастающей вовлеченности стран в единую систему торгово-экономических связей и их заинтересованности в участии в международных системах стандартизации и сертификации аналогичные гармонизированные подходы просматриваются в построении и функционировании региональных и национальных систем оценки соответствия продукции и услуг требованиям стандартов.

Все это дает основание говорить об общей для различных организационных структур и процессов сертификации терминологической базе, а также об определенной системе наиболее типичных правил сертификации, которые в документах ИСО/МЭК обозначаются как общие правила, в отличие от специальных правил, действующих в рамках систем сертификации конкретных видов продукции.

Важной особенностью технического регулирования является наличие нормативно-технической базы его проведения, т.е. документов, четко и однозначно формулирующих требования к сертифицируемым объектам, а также касающихся непосредственно порядка проведения обязательной сертификации.

4.2. ДЕКЛАРИРОВАНИЕ СООТВЕТСТВИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ КАК СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ И УДОСТОВЕРЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АРМАТУРЫ

Подтверждение соответствия – это официальное удостоверение конкурентоспособности продукции арматурного производства, одновременно – одна из форм защиты производителя от поддельной арматуры.

Защита производителей от поставщиков поддельной арматуры. Закон "О техническом регулировании", как указывалось, устанавливает правовые основы обязательного и добровольного подтверждения соответствия продукции, услуг и иных объектов, а также права, обязанность и ответственность участников сертификации.

В условиях рыночной экономики Закон:

– защищает отечественных производителей от конкуренции поставщиков несертифицированной продукции на внутреннем рынке;

– создает условия для их успешной деятельности на зарубежных рынках путем добровольной сертификации продукции;

– предоставляет государству эффективный механизм защиты граждан и окружающей среды от потенциально опасной отечественной и импортируемой продукции любого назначения путем декларирования соответствия и обязательной сертификации.

Установленные Законом структуры (табл. 4.2.1) и основы деятельности сертификационных институтов соответствуют мировым нормам.

Защите прав потребителей служит и закон "О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках", согласно которому ***недобросовестная конкуренция*** – это любые направленные на приобретение преимуществ в предпринимательской деятельности действия хозяйствующих субъектов, которые противоречат положениям действующего законодательства, обычаям делового оборота, требованиям добропорядочности, разумности и справедливости и могут причинить или причинили убытки другим хозяйствующим субъектам – конкурентам, либо нанести ущерб их деловой репутации. По статье Закона (формы недобросовестной конкуренции) не допускается недобросовестная конкуренция, в том числе:

– распространение ложных, неточных или искаженных сведений, способных причинить убытки другому хозяйствующему субъекту либо нанести ущерб его деловой репутации;

– введение потребителей в заблуждение относительно характера, способа и места изготовления, потребительских свойств, качества товара;

Таблица 4.2.1

Основные главы	Основные статьи
Общие положения	Сфера применения Основные понятия Принципы технического регулирования Законодательство РФ о техническом регулировании Особенности технического регулирования
Техническое регулирование	Цели принятия Содержание и применение Виды технических регламентов Порядок создания Особый порядок принятия
Стандартизация	Цели и принципы Документы Национальный орган по стандартизации Национальные стандарты, стандарты организаций
Подтверждения соответствия	Цели, принципы, формы Добровольное подтверждение соответствия Обязательное подтверждение соответствия
Аккредитация органов по сертификации	Цели и порядок аккредитации
Государственный контроль (надзор)	Органы надзора, их ответственность, права Объекты надзора, обязанности изготовителя

– некорректное сравнение хозяйствующим субъектом производимых или реализуемых им товаров с товарами других хозяйствующих субъектов;

– продажа товара с незаконным использованием результатов интеллектуальной деятельности и приравненных к ним средств индивидуализации юридического лица, индивидуализации продукции, выполнения работ, услуг;

– получение, использование, разглашение научно-технической, производственной или торговой информации, в том числе коммерческой тайны, без согласия ее владельца.

По определению НПАА (Научно-промышленной ассоциации арматуростроителей) к поддельным арматуре и приводам относятся:

1. Изделия, произведенные вне территории арматурного предприятия, имеющие маркировку и товарный знак предприятия, в том числе ***собранные из комплектующих деталей предприятия***.

2. Бывшие в употреблении, восстановленные (отремонтированные) изделия, ***выдаваемые за новые***, снабженные поддельными паспортами, гарантийными талонами и сертификатами соответствия.

3. Изделия, произведенные другими предприятиями, ***сходные до степени смешения*** с изделиями предприятия, на которые получены патенты на изобретение или промышленный образец, свидетельство на полезную модель.

Вместе с тем, проблемы недобросовестной конкуренции и присутствия на мировом и отечественном рынках поддельной, несертифицированной продукции актуальны и в начале XXI века.

В отношении трубопроводной арматуры для российского рынка проблема специфична и связана, прежде всего:

– с невостребованностью качественной арматуры;
– с обезличиванием предприятия-производителя арматуры;
– с неорганизованностью дилерской сети.

Ограниченный спрос на высококачественную арматуру со стороны предприятий-потребителей и отсутствие мотивации к улучшению ее качества со стороны заводов-изготовителей обусловлены объективными и субъективными факторами. Объективными факторами являются экономические ограничения, связанные с десятилетиями господствовавшей жесткой плановой системой и с затянувшимся для арматуростроения переходом к рыночной экономике. Субъективные факторы связаны с отношением к качеству арматуры.

В арматуростроении на пути к улучшению качества имеет место обезличивание реального производителя арматуры, что связано с использованием устаревшей системы ее обозначения – таблиц-фигур [6, 9]. Обратившись к официальному перечню изготовителей клиновых стальных задвижек на p_y = 1,6 МПа – таблица фигуры 30с41нж, находим, что их десятки. При этом предприятию-потребителю важно приобрести, смонтировать и эксплуатировать задвижки по таблице фигур, а не того производителя, качество которых по показателям добровольной сертификации выше.

Неорганизованность и бесконтрольность дилерской сети по продаже арматуры позволяет реализовывать на российском рынке несертифицированную и старую арматуру.

Конкурентоспособность и оценка затрат на качество арматуры. Известно, что основными факторами, определяющими конкурентоспособность продукции, являются ее качество и цена. Поэтому вопросы, связанные с обеспечением качества, не могут рассматриваться в отрыве от экономической деятельности арматурного предприятия [20].

Под затратами на обеспечение качества следует понимать часть необходимых затрат живого и овеществленного труда на производство продукции, призванной удовлетворять имеющиеся или предполагаемые потребности потребителя и связанные как с созданием новой потребительной стоимости, так и с обеспечением качества изготовления этой потребительной стоимости.

Исходя из этого общего определения, можно сказать, что затраты на обеспечение качества продукции являются частью общих затрат на производство и эксплуатацию продукции за весь период ее службы. С экономических позиций эти затраты представляют собой сумму текущих и единовременных затрат, использованных изготовителем и потребителем на всех этапах жизненного цикла (петли качества) при производстве и использовании продукции, включая предоставление услуг, соответствующих предъявляемым требованиям или установленным нормам (рис. 4.2.1).



Рис. 4.2.1. Классификация затрат на обеспечение качества арматуры

4.3. СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМ КАЧЕСТВА В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

В ряде стран, наряду с программами сертификации систем качества, на фирмах реализуются программы регистрации фирм по степени совершенства этих систем [22, 30].

Такую сертификацию и регистрацию обычно проводит незаинтересованная организация, например, в Великобритании – Институт обеспечения качества, в Канаде – Канадский институт управления качеством.

Сертификация системы обеспечения качеством на фирме на соответствие действующим стандартам и последующая регистрация дают существенные преимущества: обеспечивают рекламу, повышают репутацию, служат эффективным средством мотивации для персонала, исключают проверку каждым заказчиком (общие затраты времени, усилий и т.д. на различные проверки сокращаются минимально в 5 раз). Вместе с тем к организациям, осуществляющим сертификацию и регистрацию, следует предъявлять дополнительные требования, такие как объективность оценки, авторитетность, высокая квалификация персонала, наличие средств для проведения всех элементов системы обеспечения качества, неразглашение производственных секретов и т.д.

В тех странах, где уже проводится такая работа, сложились три модели организаций, осуществляющих сертификацию и регистрацию фирм. К модели *А* относятся организации, которые проверяют предприятия только по запросам и оценивают фирму по стандартному перечню критериев. К таким организациям в США может быть отнесено Координационное агентство по оценке поставок. Его деятельность распространяется на авиационно-космическую и ядерную промышленность. Оно само практически не проводит оценки, а регистрирует фирмы, системы качества которых были оценены авторитетными для него организациями. Список этих фирм передается заказчикам.

К модели *В* относятся крупные авторитетные организации, проводящие программу сертификации и оценки силами своих специалистов или аккредитованных лабораторий. Это, например, Канадский институт управления качеством. На обратившейся к нему фирме он проводит сертификацию системы обеспечения качества на соответствие действующим стандартам по следующей схеме: прием заявления, составление отчета о статусе фирмы, проверка ее руководства по обеспечению качества, проверка системы на предприятии, регистрация и повторный периодический контроль.

К модели *C* относятся добровольные объединения различных ассоциаций, правительственных органов и некоммерческих институтов, создающиеся для проведения программы сертификации и регистрации фирм. Они приглашают высококвалифицированных экспертов. Члены объединения следят за объективностью решений. Программы осуществляются по той же схеме, что и при модели *B*.

Организации, относящиеся к моделям *B* и *C*, знакомят клиента с критериями оценки. Процесс сертификации можно прекратить на любом этапе, а также проводить не только в рамках всей фирмы, но и одного ее отделения, предприятия или даже производственной линии.

В Германии аналогичные функции возложены на Германское общество по сертификации систем обеспечения качества (DQS), в работе которого принимают участие Германский институт стандартизации (DIN), Германское общество по качеству (DGQ), Союз машиностроительных предприятий (VDMA), Центральное объединение электротехнической промышленности (ZVEI), Союз предприятий точной механики и оптики (F и 0).

Германское общество по сертификации систем обеспечения качества имеет соглашения с союзами технического надзора (TUV), действующими в каждой федеральной земле Германии и проводящими независимые технические испытания продукции, включая сертификационные. Цель соглашения – создать единый сертификат и добиться его международного признания.

Сертификация проводится на соответствие стандартам ИСО серии 9000:2000, включенным в систему национальных стандартов Германии.

Рабочая процедура сертификации состоит из следующих этапов. Фирма, претендующая на сертификацию своей системы обеспечения качества, заключает с DQS предварительное соглашение и получает вопросник. С его помощью фирма может дать собственную оценку своей системы и вынести решение о целесообразности ее пересмотра или заключения с DQS окончательного соглашения о проведении сертификации.

На первом этапе проверяется документация на систему обеспечения качества, которая должна быть оформлена в виде руководства по обеспечению качества и соответствовать минимальным требованиям указанных стандартов. При положительном исходе проверки документации DQS направляет на фирму инспекторов для аудиторской проверки системы обеспечения качества. Фирма вправе отклонить предложенные кандидатуры инспекторов.

В согласованное время инспекторы приступают к проверке системы. При этом они отвечают на вопросы типового вопросника. Их задача – убедиться в надлежащем выполнении установленных мер по обеспечению качества и требований фирменных стандартов на качество. В вопроснике фиксируются все заключения инспекторов, как положительные, так и отрицательные.

Если в договоре между DQS и фирмой речь идет только об оценке системы, то фирма получает отчет о проверке. Замечания о выявленных недостатках фиксируются в отдельных актах проверки. Фирма, желающая получить сертификат, должна предварительно устранить все обнаруженные недостатки. После документального подтверждения этого факта и проведения в случае необходимости повторной проверки, президиум DQS принимает решение о выдаче фирме сертификата соответствия.

Более подробно правила и процедуры такого рода аудиторских проверок рассмотрим на примере деятельности TUV-CERT.

Независимая немецкая организация TUV-CERT, созданная на базе союзов технического надзора, проводит на предприятии-заказчике сертификацию системы качества по типовой схеме, включающей четыре основные процедуры.

На первом этапе заказчика информируют о процессе сертификации, ее эффективности, а также о расходах на ее проведение.

Далее эксперты анализируют заполненную специалистами предприятия анкету (эта процедура осуществляется по желанию заказчика), дают предварительную оценку системе качества и определяют стандарт, на соответствие которому должна проводиться сертификация. Если выясняется, что система качества не отвечает требованиям стандарта, заказчик должен провести работу по ее совершенствованию. При положительном результате оценки заказчик предоставляет в TUV для анализа фирменный справочник по качеству, а при необходимости – методические документы или рабочие инструкции по обеспечению качества. Указанные документы подвергаются проверке в соответствии с контрольным перечнем вопросов, имеющемся в TUV.

В случае положительного решения по анализируемым материалам TUV назначает группу экспертов для проведения проверки, сообщает заказчику ее дату, продолжительность и предполагаемые расходы.

При отрицательной оценке документов на систему качества по желанию заказчика может быть проведено дополнительное собеседование, в процессе которого оговаривают действия, способствующие усовершенствованию данной системы.

На третьем этапе предприятие-заказчик должно одобрить состав сверяющей группы и план проведения проверки. В ходе проверки предприятие должно доказать идентичность используемых на практике методов обеспечения качества тем, которые указаны в рассматривающихся ранее документах. Если обнаружены недостатки, то об этом немедленно сообщается заказчику и намечаются дальнейшие корректирующие мероприятия. При необходимости по дополнительно оформленному договору перепроверяются отдельные элементы системы качества. Если же система качества полностью соответствует требованиям определенного стандарта, то TUV-CERT на четвертом этапе принимает решение о выдаче заказчику сертификата, который действителен в течение трех лет. В период действия сертификата TUV должен проводить ежегодный надзор, который предусматривает выборочную проверку отдельных элементов системы качества. Надзор осуществляется, как правило, одним проверяющим. Срок проведения надзорной проверки заранее согласуется с заказчиком.

Повторная оценка системы качества проводится через три года после выдачи сертификата и практически включает в себя работы, определяемые вторым этапом. Перед этой оценкой заказчик в письменной форме сообщает TUV об изменениях в системе качества и структуре фирмы, подтверждая это документально.

Комплект документов, включающий отчеты об оценке, надзоре и повторных проверках системы качества заказчика, хранится в испытательном центре, который проводил сертификацию, не менее 10 лет со дня окончания действия сертификата. Общество TUV-CERT или испытательный центр соответствующего TUV может аннулировать сертификат, если он применяется незаконно или на фирме-владельце сертификата произошли серьезные изменения, которые повлияли на эффективность системы качества.

В Дании сертификация систем обеспечения качества проводится Датским советом по стандартизации как сертификация третьей стороной. При этом преследуются следующие цели: расширить экспортные возможности фирм, повысить их конкурентоспособность путем совершенствования управления качеством, противостоять стремлению датских и зарубежных заказчиков воздействовать на системы обеспечения качества фирм, вмешиваясь в их деятельность.

Датский совет (DS) по стандартизации, осуществляющий сертификацию систем обеспечения качества, координирует свою деятельность в этой области с Межскандинавской организацией по стандартизации (INSTA) и Европейской организацией по сертификации систем обеспечения качества (EQS).

Порядок сертификации идентичен вышеизложенным схемам. На первом этапе фирма обращается к DS за соответствующей информацией. Представители DS проводят на фирме совещание в целях ознакомления сотрудников с мероприятиями, необходимыми для создания системы качества.

Фирма, согласившаяся на сертификацию своей системы качества, платит некоторую денежную сумму и посылает в DS заявку на сертификацию. DS высылает в адрес фирмы анкету, которая после заполнения возвращается обратно вместе с фирменной документацией об управлении качеством (со справочником по качеству и описанием всех необходимых процедур). Эффективная система качества должна, помимо требований соответствующего стандарта, учитывать правительственные нормативные документы и требования к продукции.

На основании присланной документации DS составляет предварительную смету на проведение сертификации. После внесения изменений в систему качества и ее усовершенствования DS разрабатывает и высылает в адрес фирмы программу проведения проверок в связи с сертификацией. Аудиторская проверка проводится на фирме представителями DS в целях определения, следует ли фирма рекомендованной системе и выполняет ли требования стандарта. При положительных результатах фирме выдается сертификат DS. В дальнейшем DS дважды в год проводит проверку сертифицированной системы обеспечения качества, а на третий год – повторную проверку сертификации.

4.4. ДОБРОВОЛЬНОЕ И ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

Подтверждение соответствия отечественной и импортируемой арматуры может быть добровольным или обязательным.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации, в частности, установления соответствия конкретной системе добровольной сертификации.

Добровольная сертификация осуществляется органом по сертификации для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, системам добровольной сертификации, условиям договоров.

Система добровольной сертификации может быть создана юридическим лицом и индивидуальным предпринимателем. Создавшие систему лица устанавливают:

– перечень объектов (групп, классов, типов арматуры), подлежащих сертификации, и их характеристик, на соответствие которым осуществляется добровольная сертификация;

– правила выполнения предусмотренных данной системой сертификации работ и порядок их оплаты;

– участников данной системы сертификации.

Системой добровольной сертификации может предусматриваться применение знака соответствия.

Федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию ведет единый реестр зарегистрированных систем добровольной сертификации.

Добровольная сертификация осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации.

Система предусматривает следующее распределение ответственности между участниками сертификации:

– ***изготовитель*** (исполнитель, поставщик) несет ответственность за соответствие продукции требованиям нормативных документов, которые контролируются при сертификации, и за правильность использования знака соответствия;

– ***продавец*** несет ответственность за наличие сертификата и знака соответствия у реализуемой им продукции, подлежащей обязательной сертификации;

– ***испытательная лаборатория*** (центр) несет ответственность за соответствие проведенных ею сертификационных испытаний требованиям нормативных документов, а также достоверность и объективность их результатов;

– ***орган по сертификации*** несет ответственность за правильность выдачи сертификата соответствия и подтверждение его действия.

Орган по сертификации:

– осуществляет подтверждение соответствия объектов добровольной сертификации, а также систем качества (рис. 4.4.1);

– выдает сертификаты соответствия на объекты, прошедшие добровольную сертификацию, и системы качества;

– предоставляет заявителям право на применение знака соответствия, если он предусмотрен соответствующей системой;

– приостанавливает или прекращает действие выданных им сертификатов соответствия.

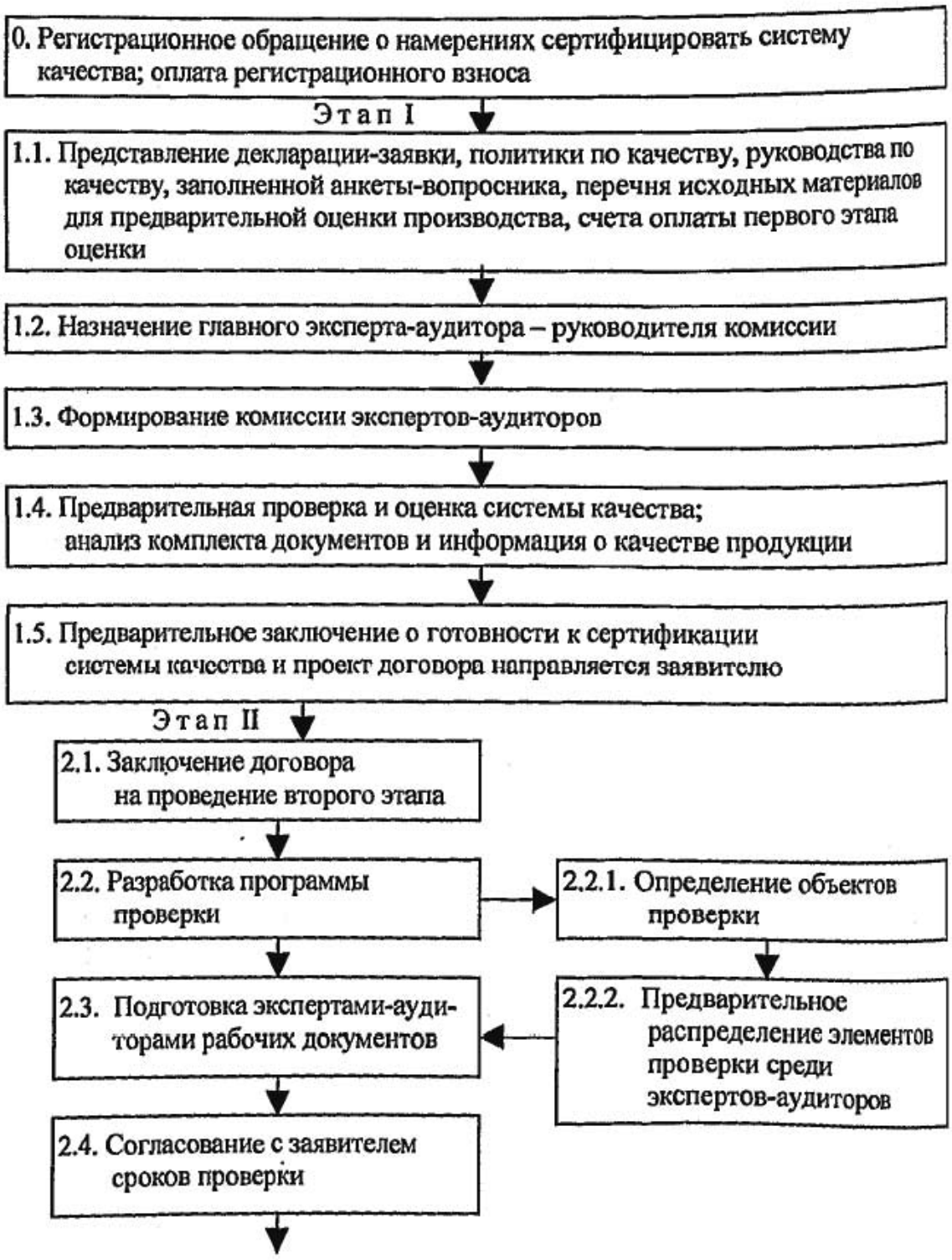


Рис. 4.4.1. Последовательность действий (процедур) при сертификации систем качества:

этап I – предварительная оценка; этап II – проведение окончательной проверки и оценки системы качества заявителя;

этап III – инспекционный контроль за сертификационной системой качества

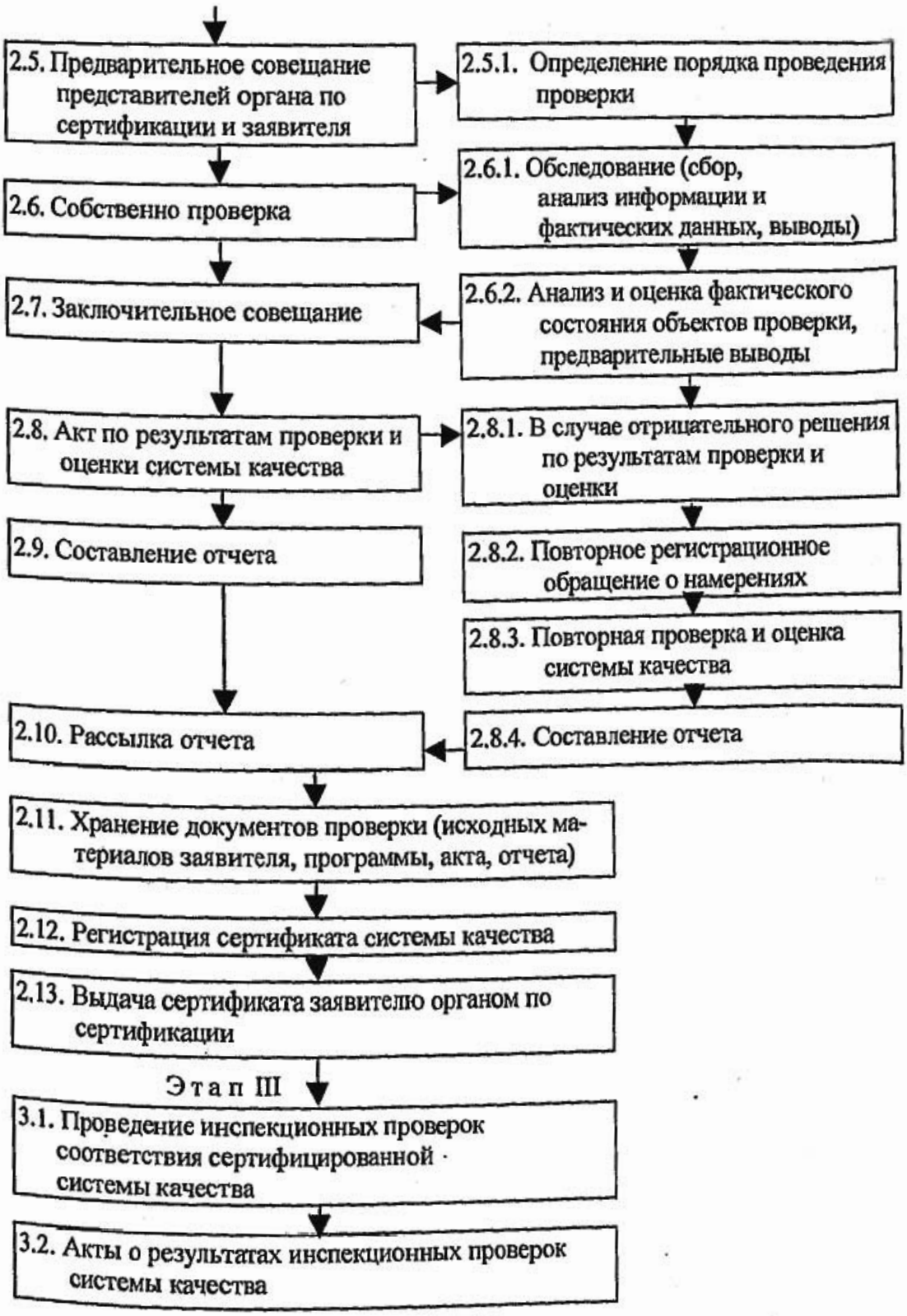


Рис. 4.4.1. Продолжение

Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) предусматривает: подтверждение их компетентности, обеспечение доверия изготовителей, продавцов и приобретателей к их деятельности; создание условий для признания результатов деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий.

Объектами системы являются:

- продукция, процессы, услуги;
- системы качества.

Система добровольной сертификации основывается на принципе добровольности, который означает, что ее участником может быть любая организация (предприятие, лаборатория), общественная, государственная или частная, любой страны, а также физические лица, которые будут соблюдать правила системы и следовать требуемым процедурам сертификации.

При этом заинтересованная сторона вправе предложить любой (кроме технического регламента) нормативный документ, на соответствие которому будет проведена добровольная сертификация продукции (услуги, процесса).

Система предназначена главным образом ***для проведения сертификации систем качества*** и продукции ***по тем параметрам, которые не отнесены к обязательным*** для подтверждения соответствия по действующему законодательству. Это, однако, не означает, что обязательная сертификация (например, по требованиям безопасности) не может быть проведена в рамках добровольной системы при получении ее руководящими органами полномочий от национального органа по сертификации.

Для информирования приобретателя о соответствии объекта сертификации требованиям системы или национальному стандарту используется ***знак соответствия***.

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах принятия декларации о соответствии (декларирование соответствия), обязательной сертификации (проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом) и исключительно на соответствие его требованиям.

Объектом обязательного подтверждения соответствия может быть только продукция.

Формы и схемы обязательного подтверждения соответствия устанавливаются исключительно техническим регламентом с учетом степени риска недостижения целей технических регламентов.

Декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют равную юридическую силу независимо от схем обязательного подтверждения соответствия.

Декларирование соответствия осуществляется по одной из схем:

– принятие декларации о соответствии ***на основании собственных доказательств;***

– принятие декларации о соответствии ***на основании собственных доказательств***, доказательств, полученных с участием ***органа по сертификации*** и (или) ***аккредитованной испытательной лаборатории*** (центра), т.е. третьей стороны.

Круг заявителей устанавливается соответствующим техническим регламентом. Схема декларирования соответствия с участием третьей стороны устанавливается в случае, если отсутствие третьей стороны приводит к недостижению целей подтверждения соответствия.

Состав доказательных материалов по первой схеме определяется соответствующим техническим регламентом. В качестве доказательных материалов используется техническая документация, результаты собственных исследований (испытаний) и измерений и другие документы.

По второй схеме в дополнение собственных доказательных материалов предъявляются протоколы исследований (испытаний) и измерений, проведенных в аккредитованной испытательной лаборатории, и ***сертификат системы качества.*** При этом сертификат системы качества может использоваться в составе доказательств при принятии декларации о соответствии любой продукции, за исключением той, для которой техническим регламентом предусмотрена иная форма подтверждения соответствия.

Срок действия декларации о соответствии определяется техническим регламентом.

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем. Схемы сертификации, применяемые для сертификации определенных видов продукции, устанавливаются соответствующим техническим регламентом.

Соответствие продукции требованиям технических регламентов подтверждается сертификатом соответствия.

Сертификат соответствия включает в себя: сведения о заявителе, изготовителе, органе по сертификации; информацию об объекте сертификации; наименование технического регламента; информацию о проведенных исследованиях (испытаниях) и измерениях; информацию о доказательных документах и срок действия сертификата.

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации, который на договорной основе привлекает аккредитованные испытательные лаборатории (центры).

Федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию ведет единый реестр выданных сертификатов соответствия.

Продукция, соответствие которой требованиям технических регламентов подтверждено, маркируется ***знаком обращения на рынке***. Знак не является специальным защищенным знаком и наносится в информационных целях.

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов возлагается на федеральные органы исполнительной власти, а также органы и учреждения, уполномоченные на проведение надзора законодательством РФ.

Обязательные и добровольные сертификационные испытания арматуры. Вся промышленная трубопроводная арматура относится к потенциально опасной продукции. Следует различать испытания арматуры при обязательном и добровольном подтверждении соответствия.

Перечень ***обязательных*** сертификационных ***испытаний*** арматуры регламентирован и определяется их целью – подтверждением ее безопасности при использовании (эксплуатации) в соответствии с вводимыми техническими регламентами, установленными Федеральным законом "О техническом регулировании".

Перечень обязательных испытаний зависит от области применения, класса, типа, исполнения и основных параметров арматуры. Основным документом, требования которого обязательны к исполнению и применению, является технический регламент. Стандарты используются как добровольные документы, которые призваны помочь изготовителям арматуры выполнять требования технических регламентов.

Технические регламенты должны содержать только существенные требования, реально необходимые для обеспечения безопасности продукции, не являясь в то же время избыточными. Применительно к трубопроводной арматуре – это прочность корпусных деталей и сварных соединений, находящихся под давлением; герметичность по отношению к внешней среде; герметичность в затворе запорной, предохранительной и другой арматуры; выполнение основных функций ("открыт–закрыт" для запорной арматуры, срабатывание для предохранительной арматуры и т.д.); соответствие марок материалов рабочим средам и условиям эксплуатации; наличие в документации назначенных показателей; показателей надежности; взрывобезопасности; огнестойкости; специальных требований, предусмотренных для конкретных систем, в которых устанавливается арматура (для целевой арматуры специального и общепромышленного назначения).

Конкретизация испытаний по каждой из групп требований связана с учетом многих положений, в частности, они должны быть гармонизированы в отношении импортируемой продукции (как самой арматуры, так и приводов, фланцев).

Перечень ***добровольных*** сертификационных ***испытаний*** определяется стандартом, договором с потребителем и имеет целью подтверждение конкурентоспособности продукции.

Применительно к арматуре – это выборочные испытания на соответствие: показателей и параметров изделий; показателей и параметров сборочных единиц изделий; параметров деталей; параметров частей деталей; параметров поверхностей деталей. По показателям и параметрам изделий перечень испытаний охватывает испытания на соответствие норм, не включенных в технические регламенты по показателям безотказности, надежности и др. [6]. Для сборочных единиц деталей они распространяются на точность сборки и взаимозаменяемость. По параметрам частей деталей и их поверхностей это касается установления предписанной и фактической точности структурных (материала) и геометрических параметров.

Например, по шероховатости уплотнительной поверхности детали затвора, влияющей на герметичность в затворе; по непараллельности привалочных поверхностей магистральных фланцев корпуса арматуры, влияющей на герметичность фланцевого соединения; по крутящему моменту на шпинделе (штоке), влияющему на надежность системы управления арматуры. Это могут быть климатические, ресурсные и другие испытания [7, 9, 24].

По результатам испытаний, проведенных аккредитованной или собственной испытательной лабораторией, выдается протокол испытаний для подтверждения обязательного или добровольного соответствия.

Декларация о соответствии – документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.

Сертификат соответствия – документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов при обязательной сертификации, положениям стандартов или условиям договоров при добровольной сертификации.

Декларация и сертификат являются юридическим документом, за правильность содержащейся в нем информации лицо, его подписавшее, несет ответственность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По замыслу автора представленный в трех книгах объемный материал должен убедить читателя в том, что промышленная **трубопроводная арматура целевого назначения** – это **ПРОДУКТ**:

1. ***Конкурентоспособный*** на отечественном и зарубежном рынках.
2. ***Системного подхода*** к его выбору.
3. Арматурного производства ***с сертифицированной*** и действенной ***системой качества.***
4. ***Отвечающий и опережающий требования приобретателя*** к важнейшим показателям качества: безопасности, надежности, назначения, экономичности.
5. ***Удовлетворяющий*** по конструкции ***требованиям*** производственной и эксплуатационной ***технологичности***, контролепригодности, ремонтопригодности.
6. ***Испытанный и смонтированный*** в соответствующей трубопроводной системе ***по технологиям***, учитывающим нормы на полный комплекс взаимных воздействий.
7. Обеспечиваемый при использовании строго ***регламентированными техническим обслуживанием и ремонтом.***
8. Разработок и практических рекомендаций ***к.т.н. Д.Ф. Гуревича и ведущих специалистов ЦКБА*** (Центрального конструкторского бюро арматуростроения) в области расчета, конструирования и выбора арматуры; ***д.т.н. С.В. Сейнова и специалистов НПО "ГАКС-АРМСЕРВИС"*** в области обеспечения качества при изготовлении, испытаниях и ремонте общепромышленной арматуры; ***д.т.н. А.Д. Никифорова и специалистов*** в области управления качеством, взаимозаменяемости, технического контроля и сертификации, а также ***лично автора***, свыше 30 лет работающего в направлении системного повышения качества специальной и общепромышленной целевой арматуры на стадиях ее создания, производства и эксплуатации.

Цель книги, по мнению автора, будет достигнута при осмыслении руководителями и специалистами предприятий-изготовителей и предприятий-приобретателей ***неотвратимости поворота отечественного арматуростроения к улучшению и востребованности качества трубопроводной арматуры.***

Героями нации считают и будут считать лидеров в области качества и это не лозунг – это настоящее и будущее нации.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Англо-русский** словарь по трубопроводной арматуре, уплотнениям, приводным устройствам / Е.П. Михайлова, Т.С. Склярова, В.В. Ермолаев и др. СПб.: "ЛИТОН", 2002. 160 с.

2. **Андрианов Ю.М., Суббето А.И.** Квалиметрия в приборостроении и машиностроении. Л.: Машиностроение, 1990. 216 с.

3. **Балабанов А.Н.** Краткий справочник технолога-машиностроителя. М.: Издательство стандартов, 1992. 464 с.

4. **Бондаренко В.А. и др.** Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте: Учеб. пособие. М.: Машиностроение, 2002. 464 с.

5. **Гличев А.В.** Основы управления качеством продукции. М.: Стандарты и качество, 2001. 425 с.

6. **Гошко А.И.** Арматура трубопроводная целевого назначения. Книга 1. Выбор. Эксплуатация. Ремонт. М.: Машиностроение, 2003. 432 с.

7. **Гошко А.И.** Арматура трубопроводная целевого назначения. Книга 2. Производство. Испытания. Монтаж. М.: Машиностроение. 2003. 336 с.

8. **Гошко А.И. и др.** Стандартизация показателя качества запорной арматуры. М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1976. 14 с.

9. **Гошко А.И.** Трубопроводная арматура (1). Классификации. Исполнения. Термины и определения: Технический справочник. М.: Инструмент, 2003. 126 с. (Эксплуатация и ремонт арматуры, трубопроводов, оборудования).

10. **Гуревич Д.Ф., Шпаков О.Н.** Справочник конструктора трубопроводной арматуры. Л.: Машиностроение, 1987. 518 с.

11. **Гжиров Р.И.** Краткий справочник конструктора. Л.: Машиностроение, 1983. 464 с.

12. **Лазерная** и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник // Н.Н. Рыкалин, А.А. Углов, Н.В. Зуев, А.Н. Кокора. М.: Машиностроение, 1989. 496 с.

13. **Леонов И.Г., Аристов О.В.** Управление качеством продукции. М.: Издательство стандартов, 1990. 223 с.

14. **Международные стандарты серии** 9000:2000 г. Подходы, принципы и термины. М.: НТК "Трек", 2002. 36 с.

15. **Никифоров А.Д.** Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М.: Высшая школа. 2000. 510 с.

16. **Никифоров А.Д.** Основы взаимозаменяемости в химическом аппаратостроении. М.: Машиностроение, 1979. 157 с.

17. **Никифоров А.Д., Бойцов В.В.** Инженерные методы обеспечения качества в машиностроении. М.: Издательство стандартов, 1987. 384 с.

18. **Рекомендации** по разработке технических регламентов. М.: Госстандарт России, 2003. 62 с.

19. **Рубинов А.Д.** Контроль больших размеров в машиностроении: Справочник. Л.: Машиностроение, 1982. 120 с.

20. **Свиткин М.З., Мацута В.Д., Рахлин К.М.** Международные стандарты ИСО серии 9000. Методика и практика применения. М.: НИИТЭХИМ, 1991. 202 с.

21. **Сигорский В.П.** Математический аппарат инженера. Киев: Техника, 1977. 210 с.

22. **Сертификация.** Отечественная и зарубежная практика / Под ред. В.Г. Версана и Е.И. Травера. М.: Центр "Наука и техника", 1994. 180 с.

23. **Сертификация** продукции и услуг / Т.Г. Блатова и др., М.: ВНИИКИ, 1992. 184 с.

24. **Сейнов С.В.** Трубопроводная арматура. Исследования. Производство. Ремонт. М.: Машиностроение, 2002. 392 с.

25. **Смирнов В.Н.** Системное исследование показателей качества изделий. Л.: Машиностроение, 1981. 183 с.

26. **Суслов А.Г., Дальский А.М.** Научные основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 2002. 684 с.

27. **Технологичность** конструкции изделия. Справочник / Ю.Д. Амиров и др. М.: Машиностроение, 1990. 768 с.

28. **Технический** контроль в машиностроении. Справочник проектировщика / Под общ. ред.: В.Н. Чупырина, А.Д. Никифорова. М.: Машиностроение, 1987. 512 с.

29. **Шнейдер Ю.Г.** Технология финишной обработки давлением: Справочник. СПб.: Политехника, 1998. 414 с.

30. **Харрингтон Дж.** Управление качеством в американских корпорациях. М.: Экономика, 1990. 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Термин	Определение
Арматура автоматически действующая (арматура самодействующая)	Промышленная трубопроводная арматура, в которой управление происходит под непосредственным воздействием на затвор или чувствительный элемент
Арматура восстанавливаемая	Промышленная трубопроводная арматура, работоспособность которой в случае возникновения отказа подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации. Устранение отказа арматуры иногда сопряжено с допустимой временной приостановкой работы объекта. К арматуре восстанавливаемой относятся изделия, устанавливаемые на такие объекты, где допускается выполнение работ по восстановлению работоспособности арматуры в процессе ее эксплуатации
Арматура главная	Промышленная трубопроводная арматура, являющаяся частью импульсно-предохранительного устройства, при срабатывании которого в аварийном режиме происходит сброс основного количества рабочей среды
Арматура запорная	Промышленная трубопроводная арматура, предназначенная для герметичного перекрытия потока рабочей среды
Арматура запорно-регулирующая	Промышленная трубопроводная арматура, соединяющая функции запорной и регулирующей арматуры
Арматура защитная (арматура безопасности, невозвратно-запорная, невозвратно-управляемая, отключающая)	Промышленная трубопроводная арматура, предназначенная для автоматической защиты оборудования и трубопроводов от недопустимых или предусмотренных технологическим процессом изменений параметров или направления потока рабочей среды и для отключения потока
Арматура импульсная	Промышленная трубопроводная арматура, являющаяся вынесенным вспомогательным устройством в арматуре непрямого действия, обеспечивающая при соответствующем изменении давления рабочей среды перемещение запирающего элемента (плунжера, золотника) главной арматуры

Продолжение приложения

Термин	Определение
Арматура комбинированная	Промышленная трубопроводная арматура, совмещающая различные функции арматуры
Арматура контрольная	Запорная арматура, предназначенная для управления поступлением рабочей среды в контрольно-измерительную аппаратуру, приборы
Арматура невосстанавливаемая	Промышленная трубопроводная арматура, работоспособность которой в случае возникновения отказа не подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации. Может подвергаться планово-профилактическому обслуживанию в заранее устанавливаемые сроки. К ней относятся изделия, устанавливаемые на объекты, в которых восстановление работоспособности арматуры в процессе эксплуатации в случае возникновения отказа арматуры не представляется возможным. В таких изделиях должен обеспечиваться заданный уровень безотказности
Арматура неремонтируемая	Промышленная трубопроводная арматура, ремонт которой невозможен или не предусмотрен нормативно-технической и конструкторской документацией
Арматура общепромышленного назначения (арматура общепромышленная)	Промышленная трубопроводная арматура, имеющая межотраслевое применение и удовлетворяющая общим условиям эксплуатации
Арматура отсечная	Запорная, защитная арматура с автоматическим управлением
Арматура предохранительная	Арматура, предназначенная для автоматической защиты оборудования и трубопроводов от недопустимого давления посредством сброса избытка рабочей среды
Арматура промышленная трубопроводная	Устройство устанавливаемое на трубопроводах и емкостях и предназначенное для управления (отключения, распределения, регулирования, сброса, смешивания, фазоразделения) потоками рабочих сред (жидкой, газообразной, газожидкостной, порошкообразной, суспензии и т.п.) путем изменения площади проходного сечения. Классифицируется по основным признакам: назначению, условиям работы (давление, температура, химическая активность рабочей среды), характеру взаимодействия запирающего или регулирующего органа с рабочей средой, условному проходу

Термин	Определение
Арматура прямого действия	Промышленная и трубопроводная арматура, работающая от энергии рабочей среды
Арматура распределительно-смесительная (арматура распределительная, арматура смесительная)	Промышленная трубопроводная арматура, предназначенная для распределения потока рабочей среды по определенным направлениям или для смешивания потоков
Арматура регулирующая	Промышленная трубопроводная арматура, предназначенная для регулирования параметров рабочей среды посредством изменения ее расхода
Арматура редукционная (арматура дроссельная)	Промышленная трубопроводная арматура, предназначенная для снижения (регулирования) рабочего давления в системе за счет увеличения гидравлического сопротивления в проточной части
Арматура ремонтируемая	Промышленная трубопроводная арматура, ремонт которой возможен и предусмотрен нормативно-технической и конструкторской документацией
Арматура специального назначения (арматура специальная)	Промышленная трубопроводная арматура, которая разрабатывается и изготовляется с учетом специальных требований отрасли применительно к специфическим условиям эксплуатации
Арматура спускная	Запорная арматура, предназначенная для сброса рабочей среды из емкостей (резервуаров), систем трубопроводов
Арматура фазоразделительная	Промышленная трубопроводная арматура, предназначенная для автоматического разделения рабочих сред, находящихся в различных фазовых состояниях

Продолжение приложения

Термин	Определение
Арматура целевого назначения (арматура целевая)	Специальная или общепромышленная трубопроводная арматура, которая является особо ответственным элементом, отвечающим требованиям к качеству эксплуатации в конкретной технологической системе
Административное управление качеством	Аспект общей функции управления, определяющий и осуществляющий политику в области качества
Аккредитация	Официальное признание органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполнять работы в определенной области оценки соответствия
Безаварийность	Свойство конструкции изделия не допускать перехода отказов в критические
Безопасность	Состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных или растений
Взаимозаменяемость	Пригодность одного изделия, процесса или услуги для использования вместо другого изделия, процесса или услуги в целях выполнения одних и тех же требований
Декларирование соответствия	Форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов
Декларация о соответствии	Документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов
Заявитель	Физическое или юридическое лицо, осуществляющее обязательное подтверждение соответствия
Знак обращения на рынке	Обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов

Продолжение приложения

Термин	Определение
Знак соответствия	Обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии объекта сертификации требованиям системы добровольной сертификации или национальному стандарту
Идентификация продукции	Установление тождественности характеристик продукции ее существенным признакам
Качество	Совокупность свойств и характеристик изделия или услуги, обеспечивающая удовлетворение обусловленных или предполагаемых потребностей
Квалиметрия	Область науки, предметом которой являются количественные методы оценки качества продукции
Контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов	Проверка выполнений юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем требований технических регламентов к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации и принятие мер по результатам проверки
Международный стандарт	Стандарт, принятый международной организацией
Национальная стандартизация	Стандартизация, которая проводится на уровне одной конкретной страны
Национальный стандарт	Стандарт, утвержденный национальным органом по стандартизации
Орган по сертификации	Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, аккредитованные в установленном порядке для выполнения работ по сертификации
Оценка соответствия	Прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к проекту

Продолжение приложения

Термин	Определение
Подтверждение соответствия	Документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров
Политика в области качества	Основные направления и задачи предприятия в области качества, сформулированные его высшим руководством
Риск	Вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда
Сертификация	Форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров
Система сертификации	Совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участков и правил функционирования системы сертификации в целом
Стандарт	Документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения
Стандартизация	Деятельность, по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг

Окончание приложения

Термин	Определение
Технический регламент	Документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации, и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации)
Техническое регулирование	Правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия
Форма подтверждения соответствия	Определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров

Производственно-техническое издание

ГОШКО Андрей Иванович

АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНАЯ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В трех книгах.
Книга 3

Управление качеством. Технический контроль. Сертификация

Редактор *Е.Д. Макаренко*
Переплет художника *В.Н. Погорелова*
Корректор *М.Л. Барская*
Инженер по компьютерному макетированию *М.Н. Рыжкова*

Лицензия ИД № 05672 от 22.08.2001

Сдано в набор 13.05.2003. Подписано в печать 04.09.2003.
Формат 60 × 88/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,72. Уч.-изд. л. 13,56.
Тираж 1030 экз. Заказ 8631

ФГУП "Издательство "Машиностроение". 107076, Москва, Стромынский пер., 4

Оригинал-макет подготовлен в Издательско-полиграфическом центре
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, оф. 14

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета
в ППП «Типография «Наука» 121099, Москва, Шубинский пер., 6