

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Владимирский государственный университет

Е.А. ОЛЕНЕВ

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРИБОРОВ И АППАРАТОВ

Учебник

В трех частях

Часть 2. Инженерное творчество

Владимир 2007

УДК 616.2 + 629.4.047.2 + 683.344.9

ББК 37.52

О.53

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор
зав. лабораторией, председатель секции «системы управления
технологическими процессами ученого совета»
Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
В.А. Лотоцкий

Доктор технических наук, профессор
Владимирского государственного университета
А.К. Бернюков

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Оленев, Е. А.

О.53 Конструирование и технология производства приборов и аппаратов : учебник. В 3 ч. Ч. 2. Инженерное творчество / Е. А. Оленев ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 116 с.
ISBN 5-89368-717-7

Вторая часть учебника посвящена инженерному творчеству – одной из форм творческой деятельности человека, направленной на материализацию в чертежах какого-либо объекта. В этой части изложены наиболее существенные сведения о проектировании, которое предшествует процессу производства изделия. При этом особое внимание уделено основным этапам проектирования, технике обоснования выбора конструкторских решений и правилам выполнения чертежей в соответствии с ЕСКД. В материале учебника даются иллюстрации и приводятся примеры, облегчающие понимание процесса конструкторского проектирования.

В первой части учебника рассматривалось изобретательское творчество. Предназначен для студентов высших технических учебных заведений специальностей 200300 «Биомедицинская инженерия», 200101 «Приборостроение», обучающихся по дисциплинам «Конструирование и технология производства приборов и аппаратов», «Основы проектирования приборов и систем», «Основы научно-технического творчества» и др. Также будет полезен аспирантам и молодым инженерам.

Ил. 62. Библиогр.: 8 назв.

УДК 616.2 + 629.4.047.2 + 683.344.9

ББК 37.52

ISBN 5-89368-717-5

© Владимирский государственный
университет, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	7
Глава 4. БЛОЧНО-ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ.....	8
4.1. Ветви проектирования.....	8
4.2. Функциональное проектирование.....	10
4.3. Конструкторское проектирование.....	17
4.4. Технологическое проектирование.....	18
4.5. Проектные операции и процедуры.....	19
Вопросы для самоконтроля.....	24
Глава 5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЯ.....	25
5.1. Сбор и изучение материалов по проекту.....	25
5.2. Учет необходимых и достаточных условий при использовании информации.....	26
5.3. Пассивный транслятор информации.....	31
5.4. Проектирование изделия на уровнях функциональной ветви.....	36
5.5. Расчет основных параметров изделия.....	43
5.6. Возврат проектирования на предыдущие уровни.....	46
Вопросы для самоконтроля.....	53
Глава 6. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	54
6.1. Выбор формата и масштаба.....	54
6.2. Выполнение изображений.....	57
6.3. Правила нанесения размеров.....	61
	3

6.4. Указание на чертежах обозначение шероховатости поверхностей, покрытий, термической и других видов обработки	66
6.5. Технические требования на чертежах.....	69
Вопросы для самоконтроля.....	70
Глава 7. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЧЕРТЕЖЕЙ И ПРАВИЛА ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ	72
7.1. Выполнение отдельных видов чертежей	72
7.2. Правила выполнения чертежей различных изделий	79
Вопросы для самоконтроля.....	88
Глава 8. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ИЗДЕЛИЯ	89
8.1. Компоновочный чертеж изделия.....	89
8.2. Чертежи деталей изделия	94
8.3. Сборочные чертежи узлов изделия	107
Вопросы для самоконтроля.....	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	115

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящей книге рассмотрен процесс проектирования изделий новой техники, материал будет полезен и студентам, и молодым специалистам, которым необходимы знания в этой области.

Литература проектирования [1, 5] освещает большей частью теоретическую и исследовательскую части этого творческого процесса. При этом конструкторские работы, связанные с разработкой конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД, остаются по-прежнему не раскрытыми полностью. Не уделяется также достаточного внимания вопросам расчета основных деталей и узлов изделия, его компоновки, оценке возможности получения в результате проектирования тех или иных параметров.

В современных условиях хозяйствования одной из важнейших задач является существенное сокращение сроков создания и освоения новой техники, а также снижение трудоемкости ее производства. Успешное решение этой задачи в значительной мере зависит сроков постановки продукции на производство, уровня нормативно-технического и информационного обеспечения разработки, соблюдения требований государственных стандартов, таких как Единая система конструкторской документации (ЕСКД) и т.п.

Накопленный опыт по проектированию, производству и эксплуатации изделий свидетельствует о том, что инженер должен владеть техническим языком и терминологией конструкторской деятельности, приемами автоматизированного проектирования изделия и методами оценки получаемых результатов.

Основное назначение техники – облегчение, повышение эффективности и улучшение условий труда человека, расширение его возможностей в процессе созидательной деятельности, а также частичное или полное освобождение человека от работы в условиях опасных или вредных для здоровья. Все возрастающие потребности человечества являются первопричиной и побудительной силой прогрессивного развития технической мысли, совершенствования и создания новых поколений технических объектов. Таким образом, разработка и проектирование новой техники – это особый вид интеллектуальной деятельности человека, направленной на создание качественно новых ценностей.

Важным моментом при проектировании изделий является осуществление правильного подбора необходимого и достаточного числа информационных параметров для разрабатываемого изделия, которые закладываются в основу принципа его надежной работы.

Указанные аспекты инженерной деятельности отражены в этой книге и подробно разобраны в примерах технических решения.

Проектируя любой объект, нужно находить в своих технических решениях как можно больше число недостатков, дабы, устранив их, сделать эти решения венцом инженерного искусства.

Техника определяет наше бытие и оставляет эпохальный след в истории человечества.

ВВЕДЕНИЕ

Процессу производства любого изделия предшествует процесс проектирования, которое является основой создания новой техники, в значительной мере предопределяет ее качество, функциональные возможности, надежность и потребительский спрос.

Результатом проектирования является создание технической документации на изделие, которая полностью и однозначно определяет его конструкцию и технологию изготовления.

Техническая документация предназначена для осуществления процесса производства изделия и является законодательной базой для всех участвующих в производстве подразделений, которые обязаны соблюдать все ее требования. Техдокументация включает в себя чертежи, технологические процессы, методики испытаний и др. Инженер-проектировщик (инженер-конструктор) должен иметь широкий технический кругозор, обладать специальными знаниями и владеть правилами проектирования, чтобы выполнить изделие на высоком техническом уровне, который делает его конкурентоспособным на мировом рынке.

Конструирование новой техники является сложным творческим процессом, поэтому для его грамотного выполнения необходимо хорошо знать и представлять основные этапы процесса проектирования. При этом нужно владеть методиками расчета основных параметров изделия, уметь прогнозировать предполагаемые результаты и оценивать их. Эти основные вопросы и рассматриваются подробно во второй части учебника.

Глава 4

БЛОЧНО-ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ

4.1. Ветви проектирования

Рассмотрим состоящую из уровней и ветвей блочно-иерархическую структуру проектирования, которая позволяет понять внутреннюю логику этого сложного и творческого процесса [6].

Представляя проектирование блочно-иерархической структурой, следует, прежде всего, выделить несколько крупных ветвей, явно отличающихся характером задач. Эти большие ветви относятся к функциональному, конструкторскому и технологическому проектированию, а также к изготовлению и испытанию опытных образцов (рис. 4.1).

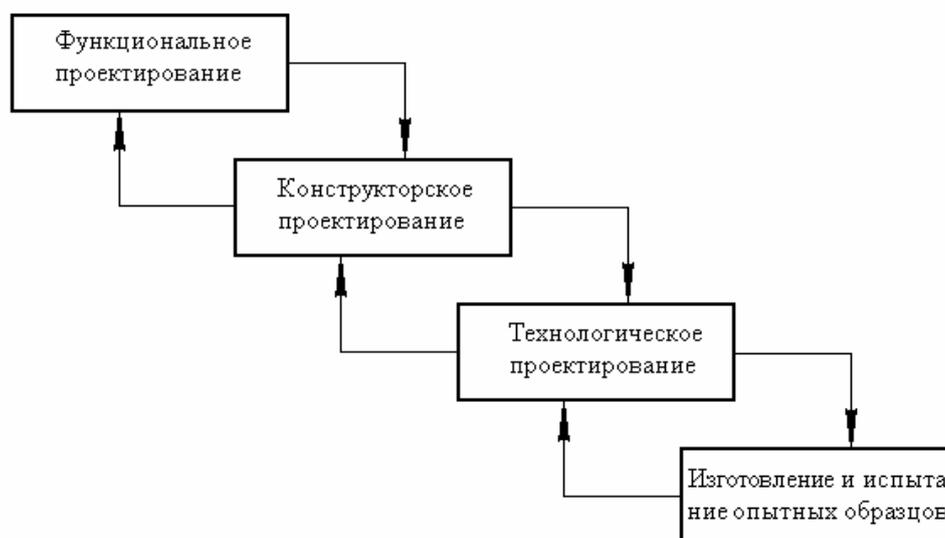


Рис. 4.1. Ветви проектирования

Объектом *функционального проектирования* являются схемы изделия. Именно поэтому функциональное проектирование называют иногда схемным. Схемы делят по разным признакам. Так, например, в зависимости от иерархического уровня выделяют функциональные, структурные,

общие и другие схемы. В зависимости от физических принципов работы тех или иных устройств различают оптические, электрические, кинематические и тому подобные схемы.

Функциональное проектирование является крайне важной ветвью. С него обычно начинается процесс проектирования, поэтому оно во многом обеспечивает принципиальную возможность выполнения изделия, гарантирует получение требуемых значений функциональных характеристик.

Результат указанного проектирования – это различного рода схемы изделия и его элементов.

Объектом *конструкторского проектирования* являются пространственные, физические структуры изделия. На этапе конструирования спроектированные схемы предстают в виде реальных деталей и сборочных единиц, расположенных определенным образом в пространстве.

Результат конструкторского проектирования – чертежи (конструкторская документация).

Объект *технологического проектирования* – технологические процессы выполнения деталей изделия, его сборки и испытания.

Изготовление и испытание опытных образцов связано с пробным изготовлением всех или отдельных деталей и узлов изделия. По их результатам в проектную документацию вносят соответствующие изменения. Это означает возврат на пройденные ранее ветви – технологическую, конструкторскую, функциональную.

Такие же итерационные возвраты могут осуществляться и от технологической к конструкторской ветви, от конструкторской к функциональной. Например, это приходится делать тогда, когда разработанную конструкцию очень сложно (или вообще невозможно) изготовить. В таких случаях говорят, что конструкция оказалась нетехнологичной. Бывает, что разработанная схема конструируется плохо, не помещается в заданные габариты и т.п. О таких схемных решениях говорят, что они неконструктивны. Поэтому между ветвями прослеживается явно итерационный характер. Очевидно, что по количеству итераций можно судить о квалификации и опыте или таланте проектировщика: отсутствие итераций говорит (при прочих равных условиях) о высшей степени квалификации.

Рассмотрим более подробно первые три ветви, поскольку они являются наиболее важными при проектировании новой техники.

4.2. Функциональное проектирование

Функциональное проектирование как ветвь проектирования в целом имеет достаточно сложную блочно-иерархическую структуру. Она может быть представлена в виде нескольких уровней и ветвей (рис. 4.2).

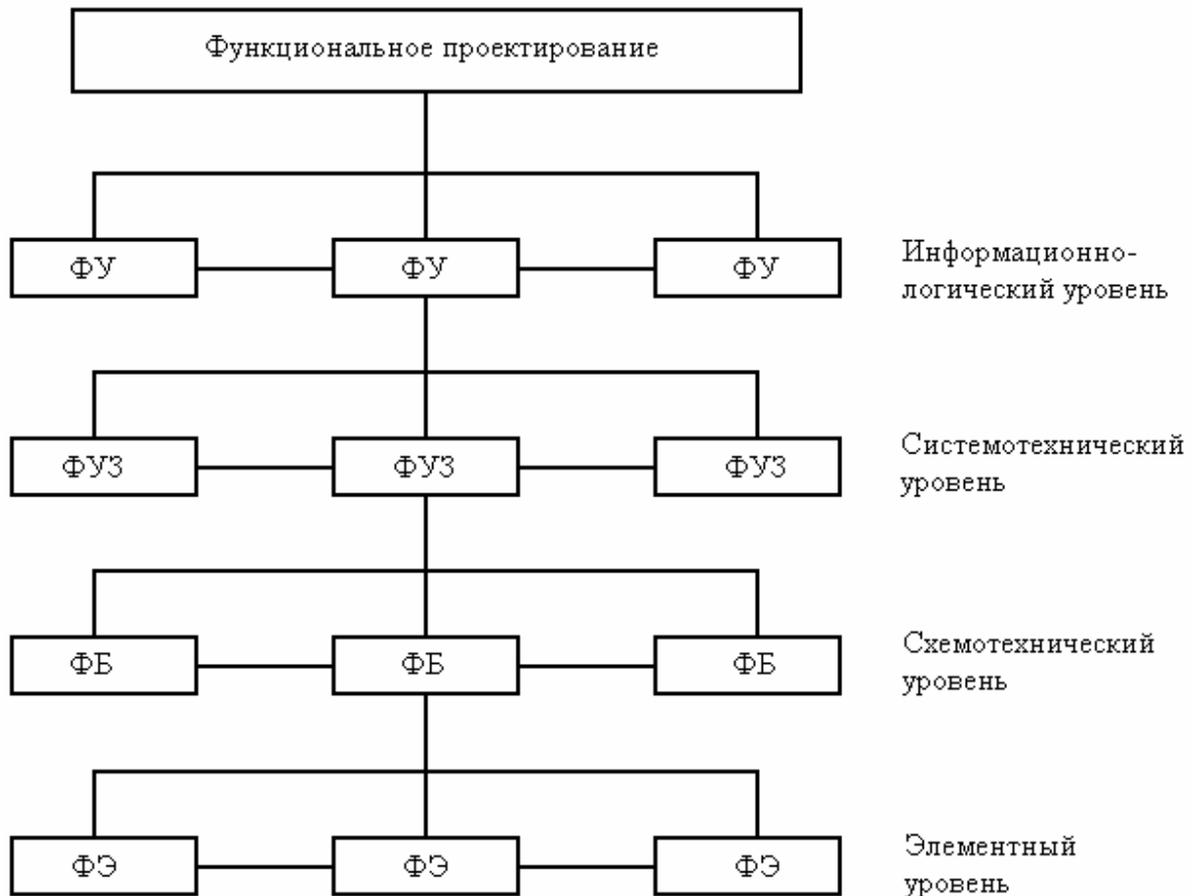


Рис. 4.2. Блочно-иерархическая структура функциональной ветви

Выделяют следующие уровни функционального проектирования: информационно-логический, системотехнический, схемотехнический и элементный. Высший уровень функционального проектирования – *информационно-логический*. На этом уровне изделие рассматривается и проектируется как совокупность функциональных узлов (ФУ), между которыми происходит обмен информацией в виде различного рода данных и команд. На информационно-логическом уровне проектирования не только определяется структура и устанавливаются связи функциональных устройств, но и формируются требования к ним, а также к сигналам и командам, выраба-

тываемым тем или иным устройством, исходя из требований технического задания на изделие в целом.

Следует заметить, что на данном уровне может быть представлен любой объект проектирования, например механический, который, казалось бы, не имеет прямого отношения к информации. Приведем пример представления на информационно-логическом уровне обыкновенного механического замка для двери, схема которого показана на рис. 4.3.

Пример 4.1. Замок содержит ключ 1, имеющий нажимные 2 и фиксирующие 3 выступы, статор 4 с ротором 5, в котором выполнены фигурный паз для направляющих 6 ключа и радиальные отверстия под нажимные штифты 7, контактирующие с запорными штифтами 8, установленными в радиальных отверстиях статора и поджатых пружиной 9.

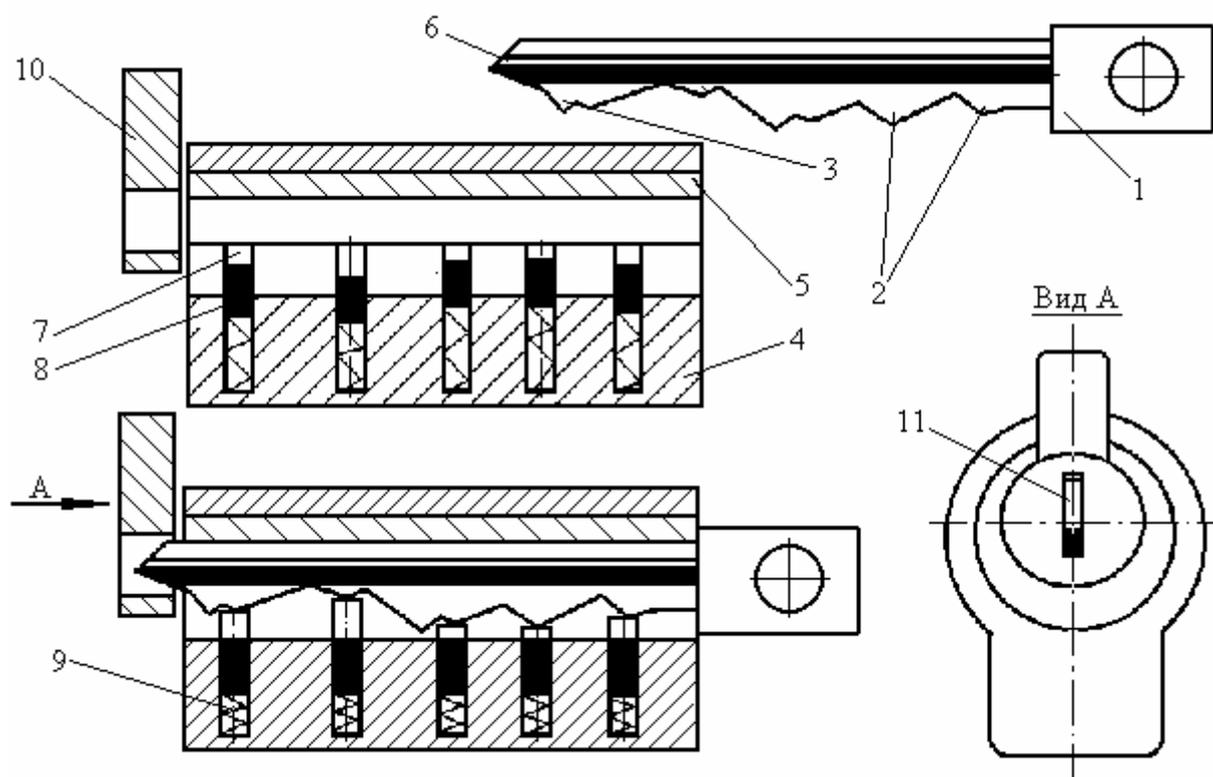


Рис. 4.2. Схема механизма замка для двери

Механизм замка снабжен кулачком 10, имеющим паз 11 для ключа. Кулачок 10 имеет возможность взаимодействия с ригелем замка.

Работает замок следующим образом.

Для открывания замка вставляют ключ 1 в фигурный паз сердечника 5. При этом нажимные выступы 2 ключа взаимодействуют с нажимными штифтами 7 ротора, заставляя их перемещаться вдоль радиальных отверстий ротора и занимать такое положение, при котором торцевая поверхность штифта оказывается на одном уровне с наружной поверхностью ротора 5. Вследствие этого запорные штифты 8 утапливаются в отверстиях статора 4 заподлицо с поверхностью. Поскольку ротор 5 разблокируется

при этом, то поворотом ключа 1 через паз 11 перемещают кулачок 10 вместе с ригелем замка и открывают последний.

Закрывают замок путем поворота ключа в обратном направлении. После того как ключ займет свое первоначальное исходное положение, он может быть вынут из ротора 5, при этом нажимные штифты 7 под действием запорных штифтов 8 и пружин 9 утопают в отверстиях ротора, а запорные штифты 8 частично входят в указанные отверстия ротора, тем самым надежно фиксируя его в этом положении. Заметим, что если ключ будет вынут в каком-либо другом положении, отличном от первоначального, то фиксации ротора не произойдет, поскольку запорные штифты 8 не смогут попасть в отверстия ротора, а следовательно, замок можно будет открыть любым предметом, входящим в фигурный паз ротора, например отверткой. Для исключения возможности вынимания ключа в произвольном положении ротора в ключе выполняются фиксирующие выступы 3, которые цепляясь за нажимные штифты 7, препятствуют выходу ключа из фигурного паза ротора во всех положениях, кроме исходного, так как только в последнем случае нажимные штифты 7 имеют возможность без ограничения перемещаться в радиальных отверстиях ротора. Иногда в ключе роль нажимных выступов выполняют впадины, а выступы как бы автоматически при этом становятся только фиксирующими.

На рис. 4.4 изображена схема этого замка, выполненная на информационно логическом уровне.



Рис. 4.3. Схема механического замка на информационно-логическом уровне

В указанной схеме информация передается следующим образом. Информация из хранителя кода ключа поступает в устройство приема кода. Устройство считывания кода принимает информацию о коде и передает ее в устройство сравнения, которое сравнивает поступившую информацию с кодом, находящимся в хранителе кода замка. Если сравниваемые коды совпадают, то устройство сравнения выдает сигнал на устройство блокировки, которое проводит разблокирование элемента управления. Элемент управления воздействует на исполнительный механизм замка и открывает его.

Очевидно, что в механическом замке, представленном на рис. 4.3 зубья 2 являются кодом ключа, который, в свою очередь, выполняет функции хранителя кода и элемента управления одновременно. Паз 11 обеспечивает прием кода ключа, нажимные штифты 7 выполняют функцию устройства считывания кода, а статор 4 и ротор 5 – устройства сравнения. Код замка определяется сочетанием и длиной нажимных штифтов 7, а для хранения этого кода предназначены радиальные отверстия ротора 5. Устройство блокировки выполнено на запорных штифтах 8, установленных в радиальных отверстиях статора и поджатых пружиной 9. В качестве исполнительного устройства замка выступает ригель (засов), который взаимодействует с кулачком 10.

На *системотехническом уровне* функционального проектирования производится собственно проектирование отдельных функциональных устройств, состоящих из функциональных узлов (ФУЗ). При этом процесс разбивается на ветви, каждая из которых соответствует определенному устройству. Последнее рассматривается как структура, состоящая из взаимосвязанных функциональных блоков (ФБ). Для каждого функционального узла определяется оптимальный состав блоков и их параметры.

Как правило, на системотехническом уровне рассматривается преобразование сигналов отдельными блоками устройств безотносительно к их внутреннему устройству, при этом определяются требования к их передаточным и прочим характеристикам.

Заметим, что здесь также характеристики предъявляются к блокам любой природы, а не только электронным. Так, например, в предыдущей главе в устройстве для кормления птицы к выходной характеристике механизма перемещения бункера с кормом мы предъявляли требование линейности. Этот механизм состоит, по существу, из двух блоков: подъемного (пружина с корпусом) и времязадающего (сосуд с жидкостью и жиклер), к которым мы также можем задать соответствующие требования, хотя эти блоки не являются электронными.

Несмотря на то, что требования задаются безотносительно к внутреннему устройству блоков и узлов, необходимо все же соизмерять эти требования с реальными возможностями. В противном случае требование может быть завышенным по своим параметрам и не будет выполнено на последующем уровне, что приведет к возврату на предыдущий (более высокий уровень) с последующими коррективами. Нельзя, например, от нашего устройства требовать выдачу корма с точностью ± 1 мин. Для выполнения такого требования нужны принципиально другие узлы и блоки. При выдвижении требований следует руководствоваться необходимыми и достаточными условиями, при которых функционирование того или иного блока обеспечит качественную и приемлемую работу всего устройства в целом. Так, в нашем случае выдача корма с точностью ± 1 ч является вполне приемлемой. Здесь надо исходить из того, что кормить кур нужно 3 – 4 раза в сутки. Учитывая, что они активны в течение 12 – 14 ч, и спроектировав наше устройство на интервал выдачи корма равный (5 ± 1) ч, получим следующее. Если устройство будет работать так, что указанный ин-

тервал будет минимальным (4 ч), за день куры получают корм 4 раза. Если же интервал выдачи корма будет максимальным (6 ч), то куры будут есть три раза в день. В том и другом случае птица будет нормально накормлена. При этом и указанный в решении изобретательской задачи механизм вполне справится с таким требованием по точности.

Проектирование на указанных уровнях проводится на основе сделанных изобретений (если таковые имеются), которые постепенно из технического решения, выполненного в общем виде, начинают превращаться в конкретное изделие новой техники.

На *схемотехническом уровне* производится проектирование отдельных блоков, входящих в состав функциональных устройств. При этом каждому блоку соответствует своя ветвь. Принципиально важно, что, начиная с этого уровня, ветви имеют различную специализацию.

Схемотехнический уровень функционального проектирования требует, как правило, наибольшего объема работы. Именно на этом уровне определяются основные параметры различных схем изделия, обеспечивающие в конечном счете его правильную работу и соответствие техническому заданию.

На электронной ветви схемотехнического уровня производится проектирование электронных схем блоков, преобразующих сигналы.

На механической ветви – аналогичные действия по проектированию кинематической схемы изделия.

Для определения основных параметров изделия необходимо уметь представлять элементы и узлы проектируемого изделия в виде расчетных схем, позволяющих вычислить необходимые параметры для выполнения чертежей изделия и в конечном счете для его построения. Так, например, возвращаясь к нашему устройству для кормления кур, необходимо, прежде всего, определить размер сосуда с жидкостью. Покажем, как это следует делать.

Пример 4.2. Устройство для дозированного кормления кур (рис. 3.10, 3.11) должно работать автономно (с остановками в вечернее и ночное время) в течение 3 суток и выдавать корм 3 – 4 раза в сутки 10 курам, из расчета 200 г в сутки на одну курицу. Требуется найти объем сосуда с жидкостью.

Если учесть, что активный образ жизни у кур продолжается в течение 12 – 14 ч в сутки, то сосуд должен опорожниться приблизительно за время $t_0 = 50$ ч.

Подставляя в формулу (3.12) значение $\mu = 0,62$ (для нашего жиклера), задавая площадями поперечных сечений сосуда и жиклера соответственно равными 1 дм^2 и 1 мм^2 , а также высотой h уровня жидкости в чаше равной 10 мм , получим:

$$t_V = \frac{10000 \cdot 10}{0,62 \cdot 1 \sqrt{2 \cdot 9810 \cdot 10}} = 364 \text{ с.}$$

За время t_V из чаши вытекает объем жидкости равный

$$V = Ah = 1 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ дм}^3,$$

тогда за 50 ч. из сосуда должно вытечь жидкости

$$V_c = \frac{t_0 V}{t_V} = \frac{50 \cdot 3600 \cdot 0,1}{364} = 49,5 \text{ дм}^3 \approx 50 \text{ л.}$$

Нахождение объема сосуда не означает окончание проектирования на схемотехническом уровне и является, по существу, его одним пройденным этапом.

На следующем этапе необходимо определить размеры бункера и секций, из которых он состоит. Для этого сначала зададимся величиной перемещения бункера за час, учитывая, этот промежуток времени у нас равен допуску на интервал времени между кормлениями кур.

Очевидно, что линейное перемещение бункера за час должно быть таким, чтобы устройство для кормления кур гарантированно могло выполнить перемещение на эту величину. Если мы зададимся очень малым перемещением, например на 1 мм , то за счет разброса допусков различных деталей бункера, непостоянства коэффициента трения и т.п., а также вследствие нелинейности характеристики пружины точно отработать такое перемещение будет невозможно. Погрешность в отработке этого перемещения приведет к большому разбросу временных промежутков между кормлениями, а поэтому говорить тогда о выполнении (соблюдении) заданной точности нельзя.

Не следует брать и очень большое перемещение бункера за час, например на 100 мм . Поскольку вся жидкость из сосуда выливается за 50 ч. , то за час выльется 1000 г , при этом на каждый миллиметр перемещения приходится 10 г . Перемещать бункер на миллиметр при изменении массы воды на 10 г устройство не сможет, оно просто не «почувствует» эти граммы. Представим себе безмен (простейшие пружинные весы), на который мы подвесим наш 50-литровый сосуд, а затем отчерпнем из сосуда 10 г жидкости (две чайные ложки). Естественно, что указатель безмена не только не переместится при этом на 1 мм , но даже не шелохнется, т.е. попросту у него не хватит чувствительности. Если бы безмен зарегистрировал такое мизерное изменение массы, то получилось бы, что он, как и весы, имел бы относительную погрешность измерения $0,02 \%$, что в принципе невозможно.

Поэтому, учитывая, что в используемых в качестве весов пружинных безменах изменение измеряемой массы на 100 г вызывает перемещение указателя на 1 мм , прием перемещение бункера 10 мм за один час. При этом каждым выливающимся из сосуда 100 г жидкости должно соответствовать перемещение бункера, равное 1 мм . Величина 10 мм является также вполне достаточной для компенсации разброса технологических допусков. Так, например, если расстояния между шторками, закрывающими секции с кормом, не будут вследствие технологического разброса отличаться более чем на $0,85 \text{ мм}$, то интервал между кормлениями в этом случае не превысит 5 мин . Следует заметить, что по усмотрению разработчика данного устройства точность может быть выбрана и другой, тогда соответственно должна быть назначено (рассчитано)

иное перемещение бункера. Теперь получается, высота $h_{ш}$ шторки, закрывающей секцию бункера, должна быть равной

$$h_{ш} = t_{и} v_6 = 5 \frac{10}{1} = 50 \text{ мм},$$

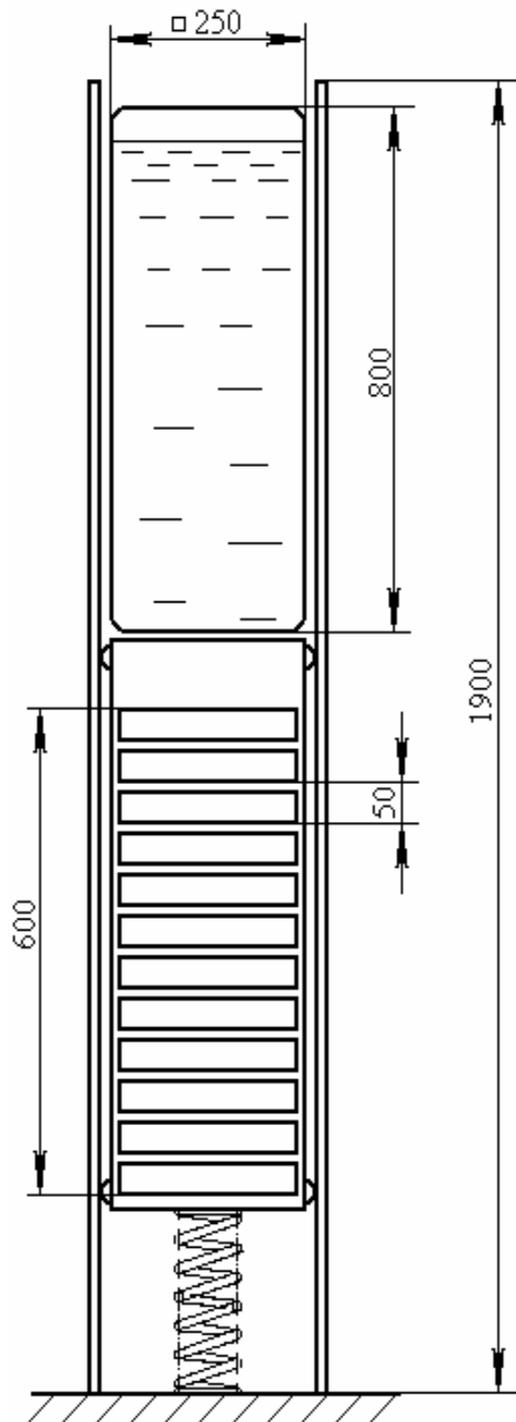


Рис. 4.4. Кинематическая схема устройства для кормления кур

где $t_{и}$ – время между кормлениями, ч; v_6 – скорость перемещения бункера, мм/ч.

Поскольку на одну курицу приходится 50 г зерна на одно кормление, то в секцию следует засыпать 500 г корма ≈ 1 л. Принимая размеры основания корпуса 250×250 мм, убеждаемся, что объем секции бункера превосходит указанную величину, т.е. достаточен для корма. В оставшийся объем можно класть листья зелени, скорлупу и другие необходимые добавки. Рассчитываем высоту бункера (шторок, закрывающих 12 секций): $50 \cdot 12 = 600$ мм. Она будет равна полному ходу бункера по направляющим. Исходя из площади основания, находим высоту сосуда (800 мм).

Подсчитав приблизительно общий вес бункера и пустого сосуда, приступаем к расчету пружины устройства. После этого выполняем кинематическую схему устройства для кормления кур, используя для ее построения полученные расчетные данные (рис. 4.4). Данная схема станет основой при выполнении чертежей устройства в процессе конструкторского проектирования, с ее учетом будут назначаться размеры направляющих, по которым скользит бункер, расстояние между этими направляющими, геометрические размеры бункера и сосуда для жидкости и т.д.

На элементном функциональном уровне проектирования проектировщик имеет дело с внутренним устройством тех функциональных элементов (ФЭ), которые реализуют схемы, рассмотренные на схемотехническом уровне. Как показывает практика, в большинстве случаев на этом уровне проектировать новые элементы не требуется. Работа сводится к их подбору из имеющихся стандартных элементов (резисторов, транзисторов, микросхем и т.д.). Проектирование новых элементов, отличающихся от стандартных, производится редко.

Рассмотренные уровни функционального проектирования являются типичными для изделий средней сложности. Иногда некоторые уровни, например информационно-логический и системотехнический, могут исключаться. Часто практически отсутствует элементный уровень проектирования. В настоящее время наибольший объем работы при проектировании изделий приходится на системотехнический и схемотехнический уровни.

4.3. Конструкторское проектирование

Конструкторское проектирование, или просто конструирование, проводится обычно параллельно функциональному, иногда с некоторым отставанием от него, поскольку, как мы убедились, для конструкторского проектирования нужны информационные и расчетные данные, которые должны быть заложены в конструкцию. Именно на этой ветви схема изделия приобретает материальную (правда, пока только в документации) реализацию. При конструировании определяется материал, форма, размеры отдельных деталей, сборочных единиц и всего изделия в целом.

Важность этой ветви проектирования трудно переоценить. Проектировщика, на этом этапе работы, обычно называют конструктором. Иногда термин «конструирование» переносится и на функциональное проектирование, а конструктором называют любого проектировщика. Однако следует различать эти две ветви проектирования, тем более что в большинстве проектных организаций они выполняются разными людьми и даже разными подразделениями.

Естественно, что процесс конструирования может быть итерационным, с возвратом на функциональное проектирование для изменения или корректировки первоначального решения.

Различие между функциональным проектированием и конструированием может быть наглядно выражено фразой: проектирование объясняет, как *устроено изделие*, а конструирование – как *изделие построено*. Другими словами, проектирование отвечает на вопрос, в чем состоят принципы работы изделия, а конструирование – на вопросы, из каких частей оно состоит, из каких материалов сделаны детали, как они скреплены между собой и размещены в пространстве.

Конструирование, как и функциональное проектирование, разделяется на уровни. На верхнем уровне определяется общая компоновка всего изделия, с учетом его надежной работы, удобства в эксплуатации, обслуживании, ремонта, транспортировки, хранения и т.д. взаимное расположение его отдельных узлов – это компоновочный уровень.

Применительно к устройству для кормления кур его компоновка, по существу, отражена в кинематической схеме, поэтому на этом уровне можно продумать вопросы, связанные с эксплуатацией (загрузка корма в секции бункера) и транспортировкой.

Далее следует уровень, на котором разрабатываются конструкции отдельных частей изделия. В зависимости от сложности изделия таких уровней может быть несколько. Это уровни узлов (сборочных единиц).

И наконец, последним идет уровень, на котором разрабатываются и выпускаются рабочие чертежи отдельных деталей. Он называется соответственно уровнем деталей.

Сразу за компоновочным уровнем процесс конструирования может разделяться на ветви, соответствующие различным узлам, например, механическим, электронным и т.д. Однако это разделение выражено не так явно, как при функциональном проектировании. Поскольку методы и приемы конструирования этих узлов имеют много общего, то конструирование всего изделия в принципе может выполнить один конструктор или (в случае достаточно сложного изделия) одно подразделение.

Результатом конструкторского проектирования является комплект конструкторской документации (КД), включающий в себя сборочные и рабочие чертежи изделия, *полностью и однозначно описывающие* конструкцию данного изделия и дающие возможность осуществлять технологическое проектирование изделия.

Конструкторская документация, по сути, является законодательной базой для всего производственного процесса изготовления изделия. Поэтому требования, которые проектировщик предъявляет к данному изделию, узлу или детали, должны быть заложены в соответствующие чертежи. Другими словами, будет сделано только то, что заложено в чертеже конструктором (технические требования, требования к шероховатости поверхностей, к их отклонениям от формы, покрытию, термообработке, контролю и т.д.). Это важно знать, поскольку конструкция предопределяет качество,

внешний вид, надежность работы, удобство эксплуатации и многие другие важные характеристики изделия.

4.4. Технологическое проектирование

На ветви технологического проектирования производится разработка технологических процессов изготовления изделия.

Особенности технологического проектирования заключаются в создании технологий, которые позволяют выпускать изделие в заданном количестве и качестве. Важно отметить, что качество изготовления изделия существенно зависит как от качества разработки технологических процессов, так и от технического уровня применяемого оборудования. Как правило, технологические процессы разрабатываются с учетом имеющейся на предприятии производственной базы.

На технологической ветви также выделяются уровни. Уровень испытания изделия – верхний. На нем разрабатываются методики испытания изделия на соответствие каждому разделу технического задания.

Далее идет уровень сборки изделия, на котором готовится технологический процесс сборки всего изделия в целом, его наладки, регулировки, смазки и т.д., позволяющий правильно собрать изделие из отдельных деталей и узлов.

Далее процесс разветвляется по отдельным узлам (сборочным единицам). На этих уровнях разрабатываются техпроцессы сборки, наладки, регулировки и т.д. так называемых малых сборочных узлов, из которых состоят более крупные узлы изделия или само изделие в целом.

Наконец, на низших уровнях технологического проектирования разрабатываются технологические процессы изготовления оснастки, необходимой для изготовления отдельных деталей изделия, а также непосредственно самих деталей изделия.

Технологические процессы изготовления оснастки представляют собой процессы изготовления штампов, пресс-форм, приспособлений для сборки и изготовления деталей, специализированного инструмента (фасонных резцов, фрез), контрольно-измерительной аппаратуры, всевозможных калибров и т.д. При этом, как правило, параллельно разрабатываются программы для изготовления деталей оснастки на станках с числовым программным управлением (ЧПУ).

Технологические процессы изготовления деталей изделия представляют собой процессы механической обработки, штамповки, литья, шлифовки, полировки и т.д. При этом для автоматов продольного течения разрабатываются чертежи кулачков, необходимых в дальнейшем для подвода и отвода резцов.

Для антикоррозионного и декоративного покрытия деталей изделия разрабатываются технологические процессы покрытий и окраски. Выбор покрытий для конкретного изделия в основном зависит от условий эксплуатации изделия, требований к его наружному виду, а также от его срока службы.

Заключительная стадия разработки технологических процессов изготовления деталей – создание маршрутных карт, предписывающих движение детали (или группы деталей) изделия из одного цеха в другой в процессе изготовления. Так, например, из заготовительного цеха заготовка поступает в механический цех на обработку, затем в термический цех на закалку, потом снова в механический на шлифовку и т.д. Началом технологического маршрута детали является, как правило, заготовительный цех, а концом – сборочный.

4.5. Проектные операции и процедуры

У проектирования на любой ветви и любом уровне, и даже у проектирования любых изделий, есть много общего. Выполняемые при этом действия, т.е. проектные процедуры, и решаемые задачи в значительной степени типовые. Можно сказать, что алгоритм проектирования в любом узле структуры является универсальным, а особенности конкретных уровней и ветвей отражаются в различном содержании отдельных процедур этого алгоритма.

Обычно конструктор мало задумывается над тем, какие проектные операции и процедуры он выполняет, какие проектные задачи решает. Тем не менее проектировщик должен знать теорию и правила проектирования. Знание ответов на поставленные вопросы становится особенно необходимым в настоящее время, когда в процессе проектирования все шире применяются компьютерные системы и средства автоматизированного проектирования. Для рационального использования компьютеров необходимо четко представлять весь алгоритм проектирования, знать, какие процедуры

поддаются алгоритмизации и эффективнее выполняются на компьютере, а какие – человеком-проектировщиком.

Рассмотрим типовой процесс проектирования на любом уровне и любой ветви общей структуры с позиций эффективного применения средств автоматизированного проектирования.

Множество действий, которые выполняются при проектировании, группируют в блоки, называемые по степени их укрупненности проектными операциями, процедурами и задачами.

Проектная операция – блок элементарных действий, объединенных всего лишь одним результатом, используемым в дальнейшем. Примером проектной операции может являться ввод исходных данных в компьютер.

Проектная процедура – это совокупность операций, выполняемых проектировщиком или компьютером непрерывно и последовательно. Примером проектной процедуры может служить расчет электрической схемы.

Процедуры и операции отличаются друг от друга не только содержанием, но и такими свойствами, как детерминированность, эвристичность, трудоемкость, объектно-ориентированность, объектно-инвариантность.

Полностью детерминированной называется такая процедура или операция, которая сводится к выполнению определенного алгоритма, т.е. совокупности правил, предписаний, программ. К числу подобных процедур относятся, например, поиск в базе данных объекта с заданными характеристиками, расчет зубчатой передачи и т.д. Детерминированные процедуры и операции характерны тем, что при аккуратном и точном следовании предписанному алгоритму результат их выполнения будет всегда одинаковым независимо от опыта, знаний, способностей и квалификации исполнителя. Последние определяют только скорость выполнения процедуры. Так, например, расчет пружины в устройстве для кормления птицы можно отнести к детерминированной процедуре. Существуют методики для расчета пружин различного вида, поэтому если строго следовать этой методике (алгоритму расчета), то без особого труда можно выполнить расчет. Более того, при наличии соответствующей программы эту процедуру можно доверить компьютеру, который является идеальным исполнителем процедур – он не делает ошибок и строго следует заложенной в него программе.

В противоположность детерминированным для полностью эвристических процедур или операций невозможно или чрезвычайно сложно со-

ставить сколько-нибудь однозначный алгоритм управления. Поэтому такие процедуры выполняются только человеком, ибо только он способен действовать в отсутствие четкого алгоритма и полной исходной информации. Результат выполнения эвристических процедур определяется знаниями, опытом, способностями и квалификацией исполнителя. Для этих процедур характерно повышение эффективности их выполнения по мере обучения исполнителя. Примером эвристической процедуры может служить выполнение компоновки изделия.

Попытки алгоритмизировать эвристические процедуры и поручить их выполнение компьютеру из-за недостаточного знания закономерностей работы мозга человека пока к успеху не привели. Продвижение в этом направлении связано с применением компьютерных экспертных систем и средств искусственного интеллекта. В них аккумулируется эвристический опыт квалифицированных проектировщиков в конкретных областях.

Трудоемкость выполнения процедур и операций определяется требуемыми затратами ресурсов. Для компьютера – это количество вычислений и объем памяти.

Объектно-ориентированность какой-либо процедуры или операции определяется степенью зависимости применяемых методов, математического аппарата, алгоритмов от специфики проектируемого объекта. Например, аппарат расчета электрических схем совершенно не подходит для расчетов кинематических схем, но он одинаков для всех электронных систем.

Примером процедуры, объектно-ориентированной в высшей степени для систем охраны объектов, может служить синтез датчиков охранной сигнализации.

Достаточно универсальными являются методы поиска прототипа в базе данных, математический аппарат оптимизации и т.д. Их содержание и алгоритмы не зависят от того, какой объект ищется в архиве или оптимизируется: электронный блок, зубчатое зацепление или кулачок. О таких универсальных процедурах говорят, что они полностью объектно-инвариантны.

Определение степени эвристичности и детерминированности, а также трудоемкости, объектно-ориентированности и объектно-инвариантности отдельных процедур и операций позволяет, казалось бы, в непрерывном и неупорядоченном процессе проектирования изделий безошибоч-

но отделить выполняемые действия друг от друга, классифицировать их и наиболее рационально использовать компьютерные программы и средства. В частности, необходимо четко отделить все эвристические процедуры и обеспечить их реализацию человеком-проектировщиком. На компьютер же необходимо возложить выполнение всех детерминированных процедур и в первую очередь наиболее трудоемких. Для выполнения эвристических процедур проектировщику должна быть предоставлена из компьютера вся необходимая информация, причем в наиболее наглядной и доступной форме, как правило, в графической и табличной.

Что касается объектно-ориентированности, то в первую очередь необходимо вычленить максимально объектно-инвариантные процедуры и операции. Как было отмечено выше, такие процедуры и операции используют универсальные алгоритмы и методы, хорошо развитые и тщательно отработанные в настоящее время множеством авторов для самых различных применений. Пакеты компьютерных программ, реализующих универсальные, объектно-инвариантные операции и процедуры проектирования, являются наиболее массовыми, широко известными и, в силу своей массовости, сравнительно недорогими. Большое количество программных продуктов ориентируется на широко распространенные компьютеры типа *IBM PC/AT*. Многие пакеты работают на компьютерах *Macintosh*.

Пакеты автоматизированного проектирования применяются практически на всех уровнях и ветвях. Они позволяют решать широкий круг трудоемких задач проектирования. Для таких пакетов часто применяется общая аббревиатура из английских букв *CAD*. Она происходит от первых букв словосочетания *Computer Aided Design*, что означает «проектирование с помощью компьютера».

На ветви конструирования наиболее известным является пакет *AutoCAD*. На ветви технологического проектирования широко используются пакеты так называемой автоматизированной подготовки производства. Они ориентированы в основном на разработку технологических процессов изготовления механических деталей.

Соблюдение стандартов при проектировании обеспечивает качественную и полную обработку всех элементов изделия, унифицированное и понятное всем оформление конструкторской документации. На территории России проектирование ведется в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД), которая представляет собой комплекс

государственных стандартов и рекомендаций, устанавливающих единый порядок разработки, оформления и обращения конструкторской документации. Следует иметь в виду, что ЕСКД является единой нормативно-технической, информационной базой при разработке конструкторской документации на изделие.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие ветви проектирования вы знаете?
2. Что является объектом функционального проектирования?
3. Что является результатом функционального проектирования?
4. Какими уровнями может быть представлено функциональное проектирование?
5. Какие виды работ проводятся на каждом уровне функционального проектирования?
6. Что является объектом конструкторского проектирования?
7. Что является результатом конструкторского проектирования?
8. Назовите уровни конструкторского проектирования.
9. Что является объектом технологического проектирования?
10. Назовите уровни технологического проектирования.
11. Что понимается под проектной операцией и процедурой?
12. Какие свойства процедур и операций вы знаете?
13. В соответствии с какими нормативными документами ведется проектирование изделий на территории России?

Глава 5

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЯ

5.1. Сбор и изучение материалов по проекту

Отправной точкой проектирования является сбор и изучение материалов, касающихся разрабатываемого изделия. Сначала изучается техническое задание (ТЗ) или другие исходные данные, которые позволяют уяснить проектировщику цель разработки, определить ее объем в первом приближении и наметить пути решения задачи. После предварительных набросков и заключения о возможности проведения проектных работ в данном направлении приступают к патентным исследованиям.

Патентные исследования, во-первых, дают возможность оценить технический уровень разработок в интересующей области путем сопоставления последних запатентованных объектов. Во-вторых, позволяют провести проверку патентоспособности выполняемой разработки и возможности патентования ее за границей. Если предназначенное к выполнению изделие не будет отвечать условиям патентоспособности, то нет никакого смысла проводить разработку, так как получается, что она будет повторять известные уже технические решения. Следовательно, в этом случае большие материальные и трудовые ресурсы будут истрачены бесполезно.

Для осуществления этого, прежде всего, нужно сделать прогнозирование тенденций развития научных направлений и интересующего нас объекта техники. Прогнозирование на базе использования патентной информации стало особенно актуальным в последние десятилетия. Методы научно-технического прогнозирования позволяют выявить, какие идеи являются в данный момент прогрессивными, а перспективными и какие изживают себя. Следовательно, можно определить, куда должны быть направлены творческие силы, материальные и трудовые ресурсы для ускорения научно-технического прогресса. Массив заявок и описаний изобретений характеризует тенденцию научно-технического прогресса, являясь как бы аналогом коллективного опроса творцов новой техники и результатом их творчества. По нему можно получить хотя бы количественную оценку того, какие из направлений следует в первую очередь учитывать в предстоящей разработке изделия.

Таким образом, почерпнув все необходимые сведения из результатов патентных исследований, приступают к следующему этапу проектирования – функциональному.

5.2. Учет необходимых и достаточных условий при использовании информации

Прежде чем приступить к функциональному проектированию на информационно-логическом уровне, следует сначала обдумать вид и количество информации, необходимой и достаточной для нормального качественного функционирования объекта. Следует при этом помнить, что любая информация нужна нам в конечном счете, для управления, а поэтому она должна находить отклик в выработке управляющих воздействий. Например, какой смысл измерять температуру человеческого тела с точностью до 0,01 или 0,001 °С, если никаких ответных действий на это не последует?!

Более того, у каждого объекта существует разброс исходных данных, т.е. так называемая диффузность, в соответствии с которой эти данные случайным образом разнятся между собой. Поэтому разброс исходных данных исследуемого явления складывается из диффузности объекта, погрешности адекватной модели и погрешности средств измерения. При погрешности средств измерений много меньшей диффузности объекта измерений точность измерений не может быть повышена использованием более точных средств измерений. Наоборот, эффективность измерений, их воспроизводимость от опыта к опыту может быть достигнута за счет снижения точности средств измерений. При этом получаемая информация будет меньшего объема, что благоприятно скажется на ее последующей обработке и хранении.

Описание любого реального физического процесса, явления, системы или объекта связано, как правило, с объективно присутствующими при этом неопределенностями, обусловленными неточностью информации, погрешностями прогнозирования и непредсказуемостью влияния внешней среды, в которой эти объекты функционируют. Любое сообщение, с которым мы имеем дело в теории информации, является совокупностью сведений, описывающих состояние некой физической системы. Эта система случайным образом может оказаться в одном из возможных, присущих ей состояний, поэтому обладает неопределенностью X . Очевидно, сведения, полученные о системе, будут тем ценнее, чем больше априори (до получе-

ния сведений) была неопределенность системы. Поскольку, если бы состояние системы было известно, то никакой ценной информации из сообщения мы бы не получили.

В качестве меры энтропийной неопределенности системы в теории информации применяется характеристика, которая называется энтропией. Энтропия системы – сумма произведений вероятностей различных состояний системы на логарифмы этих вероятностей, взятая с обратным знаком:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i,$$

где $H(X)$ – энтропия; p_i – вероятность того, что система примет i -е состояние; n – число возможных состояний.

Согласно К. Шеннону, количество информации I определяется как разность энтропий:

$$I = H(X) - H(X/Y),$$

где $H(X)$ – энтропия системы до получения сведений (априори); $H(X/Y)$ – энтропия X при условии Y . Под Y может также пониматься некоторая другая система, связанная с системой X и отображающая ее).

До получения сведений энтропия системы X была $H(X)$, после получения сведений остаточная энтропия стала $H(X/Y)$, а их разность, т.е. уничтоженная благодаря полученным сведениям энтропия, и есть количество полученной информации. Поэтому смысл получения информации (в понятиях теории информации) состоит в сужении интервала неопределенности.

Представим, что случайная величина x может принимать значения от X_1 до X_2 . Если принять, что случайная величина с равной вероятностью может оказаться в любом месте этого диапазона, то функция плотности

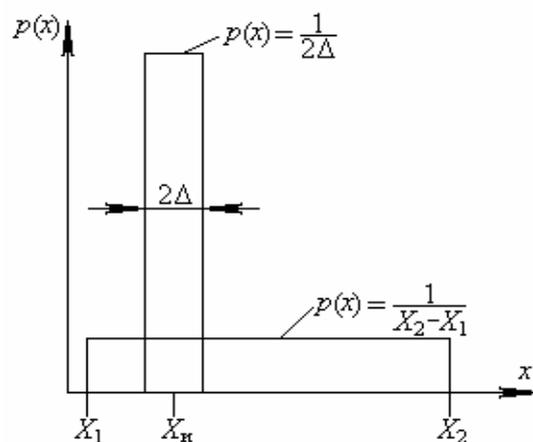


Рис. 5.1. Изменение интервала неопределенности случайной величины

распределения случайной величины равна $p(x) = \frac{1}{X_2 - X_1}$ (рис. 5.1). В

результате измерения было получено значение этой величины, равное $X_n \pm \Delta$, вследствие погрешности $\pm \Delta$ средства измерения. Если средство из-

мерения обладает погрешностью с равномерным распределением, то после измерения функция плотности будет равна $p(x) = \frac{1}{2\Delta}$. Поскольку величина 2Δ меньше значения $(X_2 - X_1)$, то получилось сужение интервала неопределенности от $(X_2 - X_1)$ до 2Δ . Следует заметить, что единицы энтропии и количества информации одни и те же, но их численное значение зависит от основания используемых логарифмов. При интегрировании и дифференцировании удобнее использовать натуральные логарифмы, и тогда энтропия и количество информации получаются в натуральных единицах – *нит*. При использовании десятичных логарифмов информация измеряется в десятичных единицах – *дит*, а при использовании двоичных логарифмов – в двоичных единицах (битах). Между указанными единицами легко установить соотношение: 1 бит = 0,69 нит = 0,3 дит.

Таким образом, энтропия $H(X)$ до измерения была равна

$$H(X) = - \int_{X_1}^{X_2} \frac{1}{X_2 - X_1} \ln \frac{1}{X_2 - X_1} dx = \ln(X_2 - X_1),$$

а после измерения стала

$$H(X / X_n) = - \int_{X_n - \Delta}^{X_n + \Delta} \frac{1}{2\Delta} \ln \frac{1}{2\Delta} dx = \ln 2\Delta.$$

Тогда количество информации, полученное в результате измерения, выразится

$$I = H(X) - H(X / X_n) = \ln(X_2 - X_1) - \ln 2\Delta = \ln \frac{X_2 - X_1}{2\Delta}.$$

Чем точнее средство измерения, тем меньше будет значение 2Δ и тем большее мы получим количество информации, которое придется обрабатывать и хранить. Иногда бывает очень полезно с целью значительного уменьшения объемов переработки информации вообще отказаться от привычных на наш взгляд средств измерения.

Пусть для контроля пожароопасного участка производится измерение температуры t , являющейся случайной величиной, функция плотности

распределения $p(t)$ которой представлена на рис. 5.2. Окружающее точку измерения пространство можно представить в виде некоей физической системы X с интервалом неопределенности от T_1 до T_4 , состояния которой описываются указанной функцией $p(t)$. В отсутствие пожара температура окружающей среды определяется величиной, характерной для данного времени года, а в случае возникновения загорания температура повышается и достигает значительно больших значений. Энтропия указанной системы равна

$$H(X) = - \int_{T_1}^{T_4} p(t) \ln p(t) dt.$$

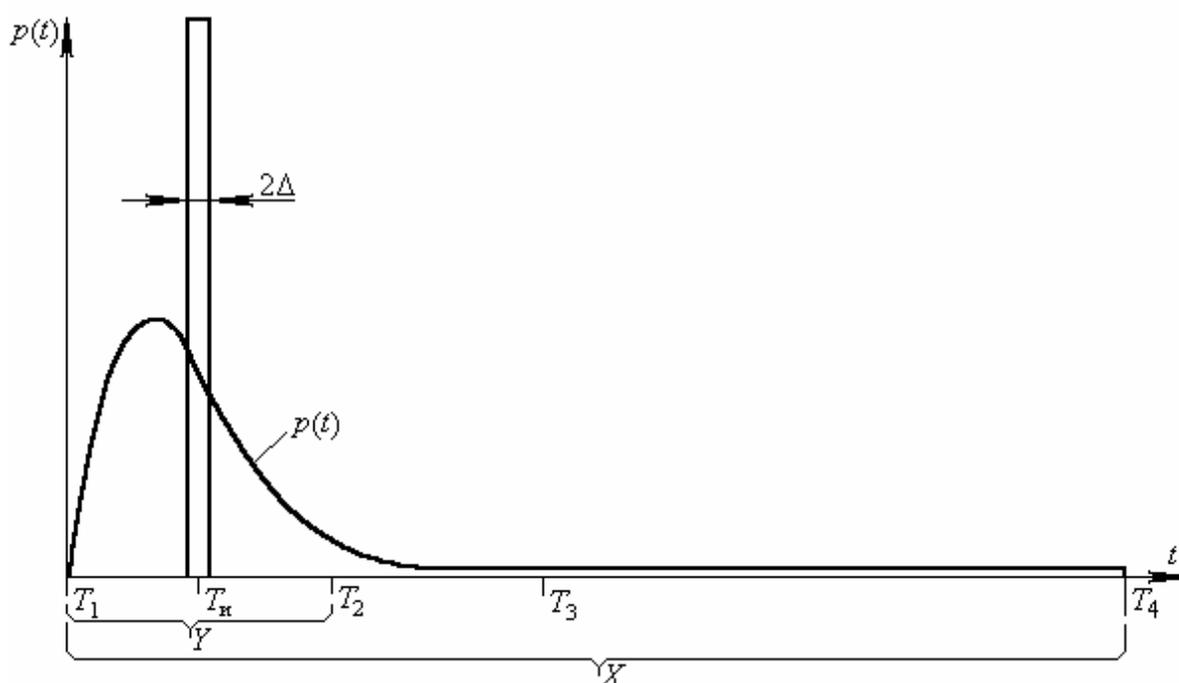


Рис. 5.2. Функция плотности распределения случайной величины температуры

Для получения информации о состоянии лесного массива в данной точке производятся измерения температуры некоторым средством с погрешностью 2Δ . Поскольку вероятность пожара мала, то, естественно, можно сказать, что практически все они попадут в область с характерными для данного периода года температурами от T_1 до T_2 , при этом для контроля окружающей обстановки измерения следует производить периодически (через некоторые промежутки времени), но длительное время (практически постоянно). Получаемая при этом информация, собираемая в некотором пункте, например лесничестве, является, по существу, избыточной как по количеству, так и по качеству. Избыток по количеству очевиден: для того,

чтобы зафиксировать, например, одно возгорание за три года, приходится делать несколько тысяч измерений, которые, по сути несут, одинаковую информацию. Избыточность качества просматривается в неоправданной точности измерений. Без ущерба для информационного сообщения мы могли бы проводить замеры и менее точным средством, и даже, вообще, отказаться от него. Для констатации факта возгорания нам достаточно знать, что температура окружающего воздуха находится в пределах от T_1 до T_2 . Поэтому выделим в системе X систему Y , охватывающую значения температур от T_1 до T_2 , и попробуем найти количество информации, которое дает нам о системе X наблюдение системы Y .

Как уже нам известно, определять количество информации следует как уменьшение энтропии системы X в результате получения сведений о состоянии системы Y , т.е. информации $I_{Y \rightarrow X}$.

$$\begin{aligned}
 I_{Y \rightarrow X} &= H(X) - H(X/Y) = - \int_{T_1}^{T_4} p(t) \ln p(t) dt + \int_{T_1}^{T_2} p(t) \ln p(t) dt = \\
 &= - \left(\int_{T_1}^{T_2} p(t) \ln p(t) dt + \int_{T_2}^{T_4} p(t) \ln p(t) dt \right) + \int_{T_1}^{T_2} p(t) \ln p(t) dt = - \int_{T_2}^{T_4} p(t) \ln p(t) dt.
 \end{aligned} \tag{5.1}$$

Из выражения (5.1) видно, что до получения сведений о системе Y энтропия системы была $H(X)$, а после получения $-H(X/Y)$, следовательно, уничтоженная полученными сведениями энтропия и является информацией $I_{Y \rightarrow X}$. Таким образом, получив сведения о системе Y , заключающиеся в том, что температура окружающей среды находится в пределах от T_1 до T_2 , т.е. сведения, которые, по существу, просто подтверждают наличие системы Y , мы становимся обладателями информации о системе X на участке температур от T_2 до T_1 . Исходя из этого можно сделать логический вывод: наличие системы Y подтверждает что пожара в лесу в контролируемой точке (зоне) не было, а ее отсутствие указывает на очаг возгорания в этом месте. Поэтому достаточно зафиксировать исчезновение системы Y , т.е. переход системы X в состояния с температурами от T_2 до T_4 , чтобы получить сведения о начавшемся пожаре. При этом для регистрации указанного перехода (или исчезновения системы Y) иногда удобнее взять некую точку T_3 , о которой будет рассказано ниже.

Таким образом, получив информацию о переходе системы, например через точку T_3 , можно констатировать пожар на контролируемом участке.

Но как получить эту информацию, ведь значение вероятности такого перехода очень мало? Видимо, нужно специальное устройство, которое могло бы выполнять указанную функцию. О нем мы поговорим в следующем разделе.

5.3. Пассивный транслятор информации

Еще К. Шеннон писал, что с информацией можно обращаться почти так же, как с такими физическими величинами, как масса или энергия. Последуем этому высказыванию и попробуем реализовать его на практике.

Известно, что если на тело не действует внешняя сила, то оно находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. Это свойство называется инерцией тел. Чтобы вывести тело из состояния покоя, необходимо приложить силу, т.е. вызвать причину (создать условия) для движения. Подобным образом следует поступить и с информацией, касающейся системы X , изображенной на рис. 5.2. Пока не наступили определенные условия, характерные для лесного пожара, информация должна находиться в состоянии покоя, и только при наступлении определенных условий необходимо привести ее в движение, т.е. осуществить передачу. Заметим, что передача информации – это процесс переноса ее в пространстве.

Введем понятие пассивного транслятора информации (ПТИ).

Пассивный транслятор информации – физическая система, становящаяся носителем информации о фиксируемом явлении только при определенных, свойственных этому явлению условиях.

Поскольку транслятор становится носителем необходимой информации только при вполне определенных, заранее заданных и известных условиях, то передача информации также осуществляется только во время, соответствующее этим условиям, т.е. при наступлении интересующего нас события. В результате этого не требуется никаких действий с информацией в отсутствие указанного явления, а при его возникновении информационный сигнал объемом 1 бит может быть принят в качестве информационного сообщения. Например, если в эфире на отведенной для связи частоте отсутствует сигнал передатчика, то пожара нет, а появление сигнала (объем информации соответствует 1 бит) указывает на возникновение возгора-

ния. Оперирование с таким малым объемом информации не только выгодно, но и предполагает простую практическую реализацию, а также дает возможность преобразовывать информацию в удобную для регистрации форму (рис. 5.3).

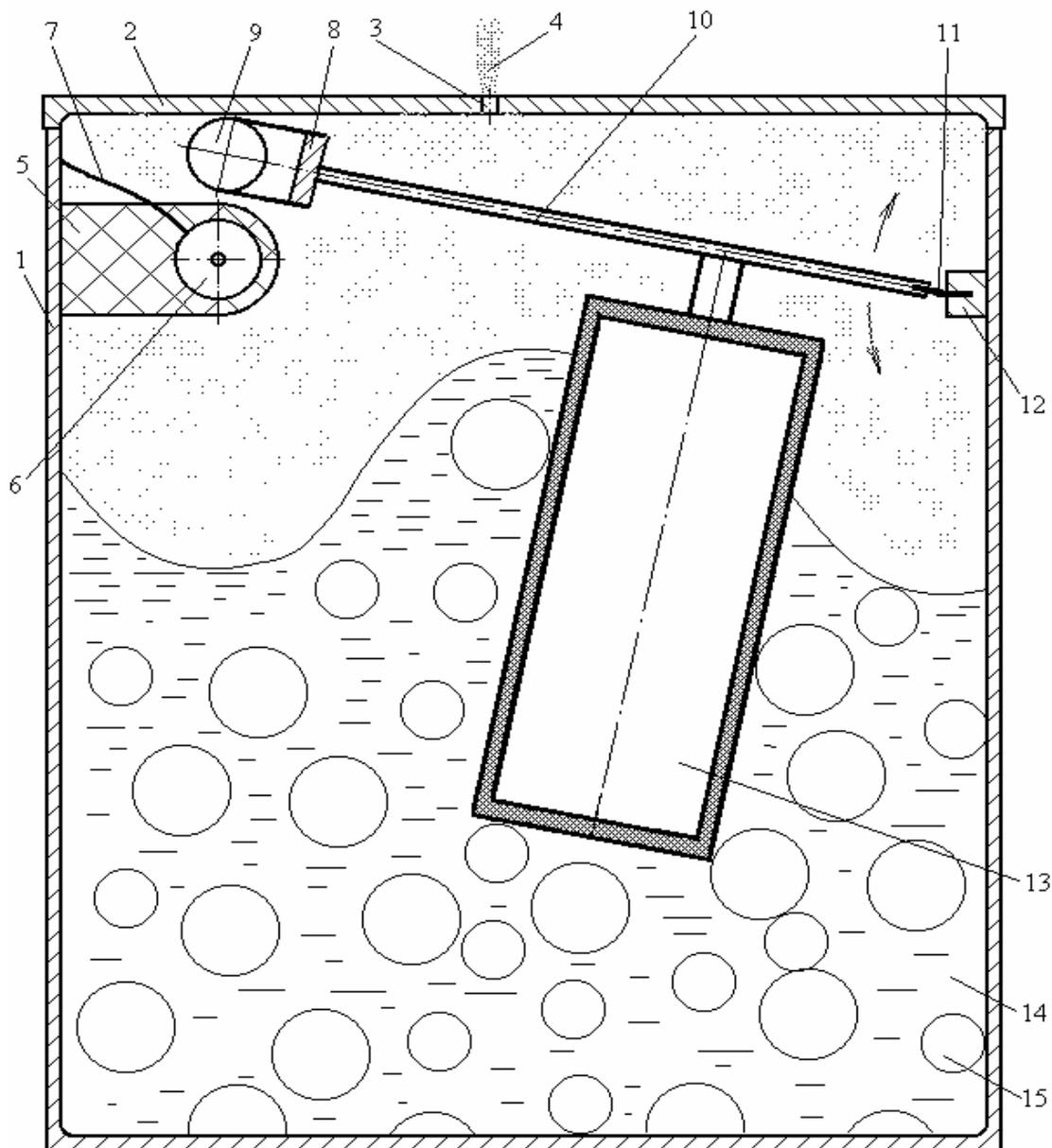


Рис. 5.3. Пассивный преобразователь информации

Рассмотрим более подробно пассивный транслятор информации. Он содержит корпус 1 с герметичной крышкой 2, имеющей отверстие 3 для выпуска пара 4. На корпусе закреплен кронштейн 5 с катушкой 6, имеющей выводы 7, которая расположена в зазоре магнитной системы 8 с маг-

нитами 9, установленной на одном конце рычага 10. Другой его конец через плоский пружинный подвес 11 прикреплен к кронштейну 12 корпуса. К рычагу прикреплен поплавок 13, который погружен в жидкость 14 с паровыми пузырями 15.

В исходном состоянии устройство размещают на дереве, при этом отверстие 3 в крышке 2 и часть пространства между крышкой и жидкостью 14 заливают легкоплавким материалом (на чертеже не показан), например воском. Это предотвращает колебания жидкости, поплавок и магнитной системы 8 (магниты 9 с магнитопроводом) при раскачивании дерева от порывов ветра, а следовательно, исключает наведение напряжения в катушке 6. В таком ждущем режиме устройство может находиться сколь угодно долго, при этом оно не затрачивает никакой энергии.

При возникновении пожара и приближении его кромки к устройству, оно воспринимает тепловую энергию и преобразуют ее на первом этапе во внутреннюю энергию жидкости 14 путем нагрева до температуры кипения. При этом воск расплавляется, поверхность жидкости становится подвижной, а пространство над жидкостью через отверстие 3 начинает сообщаться с атмосферой для выпуска пара 4, благодаря чему температура кипения жидкости будет постоянной и соответствовать температуре кипения при атмосферном давлении. Поскольку жидкость при атмосферном давлении кипит при температуре 100 °С, то к этому значению целесообразнее приравнять температуру T_3 , о которой говорилось в предыдущем разделе. Жидкость закипает, в ней начинают образовываться паровые пузыри 15, которые устремляются вверх и возмущают при этом ее поверхность. Поплавок 13 начинает раскачиваться на волнах кипящей жидкости, причем раскачиванию будет также способствовать выталкивающая сила, действующая на пузыри, попадающие под дно поплавка. Если поплавок разместить достаточно близко к дну корпуса 1, то энергия парового пузыря (образовавшегося под дном поплавка) в процессе его роста будет расходоваться на перемещение поплавка.

На втором этапе внутренняя энергия преобразуется в электрическую энергию путем наведения напряжения в катушке 6 магнитной системой, которая с рычагом 10 посредством поплавка совершает колебательные движения над катушкой. При этом упругий подвес 11 определяет жесткость колебательной системы, в которую помимо подвеса, рычага и магнитной системы входит также поплавок.

На третьем этапе осуществляется преобразование электрической энергии в электромагнитное излучение при помощи передающей аппаратуры (на чертеже не показана), для чего напряжение, поступающее по проводам 7, выпрямляют и подают на накопитель, например конденсатор, с которого оно уже в качестве питающего напряжения поступает на передающую аппаратуру. Получив питание, последняя начинает транслировать в эфир сигнал с информацией о своем местоположении (о месте пожара) или без таковой информации. В последнем случае достаточно точно определить место пожара можно при наличии хотя бы двух пеленгов, установленных в лесхозах. Очевидно, что для повышения мощности необходимо увеличить количество катушек и магнитных систем.

По мере испарения жидкости 14 и выхода ее в виде пара 4 из отверстия 3 крышки 2 уровень жидкости уменьшается, что в конце концов, приводит к зависанию поплавка 13 и прекращению подачи питающего напряжения на передающую аппаратуру.

По интенсивности превращения жидкой фазы в парообразную можно определить мощность тепловой энергии кромки лесного пожара. Для этого каким-либо известным способом определяют изменение уровня в корпусе 1 и передают информацию об этом изменении, например, соответственно модулируя передаваемый аппаратурой в эфир сигнал. Зная массу испарившейся жидкости (по величине изменения уровня, площади сечения корпуса и плотности жидкости при температуре кипения) и удельную теплоту парообразования, по известной формуле вычисляют количество теплоты, затраченное на парообразование:

$$Q_{\text{пар}} = qm, \quad (5.2)$$

где $Q_{\text{пар}}$ – количество теплоты, затраченное на парообразование, Дж; q – удельная теплота парообразования, Дж/кг; m – масса жидкости, кг.

Разделив полученное значение теплоты парообразования на время, за которое испарилась данная жидкость (изменился ее уровень), получают мощность тепловой энергии кромки лесного пожара. При этом, чем выше температура кипения жидкости (у глицерина, например, она равна 290 °С), тем более ближней к кромке точке соответствуют найденные значения. Поскольку наличие измерителя уровня усложняет конструкцию, то за вре-

менной отрезок можно брать период времени от начала поступления сигнала в эфир до момента его окончания, т.е. до момента зависания поплавка в устройстве.

Можно также разделить корпус на две полости и заполнить их жидкостями с разными температурами кипения. Вычислим $Q_{\text{пар1}}$ для жидкости с более низкой температурой кипения с момента ее закипания (регистрируется моментом начала излучения в эфир сигнала), до момента закипания жидкости с более высокой температурой кипения (регистрируется, например, моментом начала модуляции сигнала) по формуле

$$Q_{\text{пар1}} = cm(t_{\text{к2}} - t_{\text{к1}}),$$

где $Q_{\text{пар1}}$ – количество теплоты, сообщенной жидкости с более низкой температурой кипения и затраченной на ее парообразование, Дж; $t_{\text{к1}}, t_{\text{к2}}$ – температуры кипения жидкости соответственно с низким и высоким порогами кипения °С; c – удельная теплоемкость жидкости с температурой $t_{\text{к2}}$, Дж/(кг·К); m – масса жидкости с температурой $t_{\text{к2}}$, кг.

Разделив вычисленное значение $Q_{\text{пар1}}$ на величину временного промежутка между указанными моментами, получают мощность тепловой энергии W' кромки лесного пожара, а также из формулы (5.2) m'_1 – массу испарившейся жидкости с более низкой температурой кипения за этот промежуток времени. Далее, после прекращения модуляции сигнала вычисляют количество теплоты $Q_{\text{пар2}}$, затраченной на испарение жидкости с более высокой температурой кипения за время модуляции, подставив в первую формулу значения q и m для этой жидкости, а также из формулы (5.3) определяют m''_1 – массу испарившейся жидкости с более низкой температурой кипения за этот промежуток времени. Разделив $Q_{\text{пар2}}$ на время модуляции, получают мощность тепловой энергии W'' кромки лесного пожара в последующий промежуток времени. Одновременно вычисляют остаточную массу жидкости с более низкой температурой кипения по формуле

$$m''' = m_0 - (m' + m''),$$

где m_0 – начальная масса жидкости с более низкой температурой кипения до начала пожара, кг; m''' – остаточная масса жидкости в корпусе устройства, кг.

Затем, подставляя в формулу (5.2) вместо t значение t''' и разделив полученный результат на время между моментом окончания модуляции и моментом прекращения сигнала в эфире, получают мощность тепловой энергии W''' кромки лесного пожара в заключительный (третий по счету) промежуток времени. Сопоставляя значения W' , W'' и W''' , оценивают динамику лесного пожара в зоне устройства. Заметим, что чем больше плотность размещения устройств в лесном массиве, тем раньше может быть обнаружен пожар и более детально может быть выявлен его контур и тактические части кромки (фронт, фланги, тыл).

Следует заметить, что данный ПТИ не требует источника питания ни в момент передачи, ни в момент всего срока эксплуатации. Такое возможно потому, что данный ПТИ использует энергию, которая сопутствует фиксируемому явлению.

Таким образом, пассивный транслятор информации значительно упрощает процедуры сбора, передачи и переработки информации и снижает эксплуатационные затраты. Позволяет, используя заранее известные данные, хранящиеся непосредственно на пункте сбора информации, получать путем вычисления некоторые сведения, дополняющие информацию о фиксируемом событии.

5.4. Проектирование изделия на уровнях функциональной ветви

Проектирование изделия на высших уровнях функциональной ветви является, пожалуй, самым сложным и требует от проектировщика полной самоотдачи. От правильного построения изделия на этих уровнях во многом зависит дальнейший ход работ по его созданию. Сделанное изобретение является основой проектирования на этом уровне и облегчает проектировщику решение задачи. Однако случается, что проектирование приходится вести и при отсутствии изобретения. В том и другом случае процесс проектирования одинаков и в основном различается затрачиваемым на проект временем, которое, как правило, во втором случае больше.

Рассмотрим по порядку разработку изделия на функциональной ветви, начиная с информационно-логического уровня. Для примера предположим, что требуется разработать устройство, констатирующее несанк-

ционированное открывание двери железнодорожного вагона, с учетом возможного воздействия злоумышленниками на это устройство с целью сокрытия преступления.

Для решения поставленной задачи необходим, как уже отмечалось, системный подход, предполагающий рассмотрение объектов в виде системы с последующим выявлением многообразных типов связей и сведением их в единую теоретическую картину. Представим объект охраны и разрабатываемое устройство в виде системы, состоящей из отдельных функциональных устройств (ФУ) с взаимосвязями. Количество и назначения ФУ, а также число и направления связей между ними должно быть необходимым и достаточным для выполнения системой возложенных на нее функций.

Констатация несанкционированного открывания двери железнодорожного вагона (объекта охраны) заключается в получении информации о том, происходило ли перемещение двери с момента ее закрытия Отправителем груза до момента открытия ее Получателем груза.

Использовать для выявления факта перемещения двери непосредственно информацию (сообщение) о ее положении, видимо, не совсем удобно, хотя и возможно. Например, можно было бы сделать специальное устройство в двери, которое позволяло бы перемещать ее (после закрытия Отправителем) только в одном направлении – в сторону открывания. Тогда после проникновения в вагон злоумышленники не смогли бы ее закрыть, и по прибытии вагона на станцию назначения открытая дверь свидетельствовала бы о факте несанкционированного воздействия. Поэтому информацию источника необходимо сначала преобразовать в удобную для последующих действий над ней форму, для чего следует иметь устройство преобразования (рис. 5.4). Поскольку после этого информацию нужно будет перенести во времени и пространстве, то необходимо соответственно иметь запоминающее устройство и устройство передачи информации. Так как информация может быть искажена злоумышленниками или воздействием внешней среды, необходимо предусмотреть защиту ее в перечисленных устройствах. Для этого следует иметь устройство защиты информации, которое позволило бы довести истину до получателя.

Далее необходимо сформировать требования к устройствам и связям разработанной структуры, а также к вырабатываемым сигналам и командам, исходя из требований технического задания. Поскольку железнодорожный вагон не содержит источника энергии, то основное требование к

устройствам выражается в том, что все они не должны потреблять энергии в процессе эксплуатации.

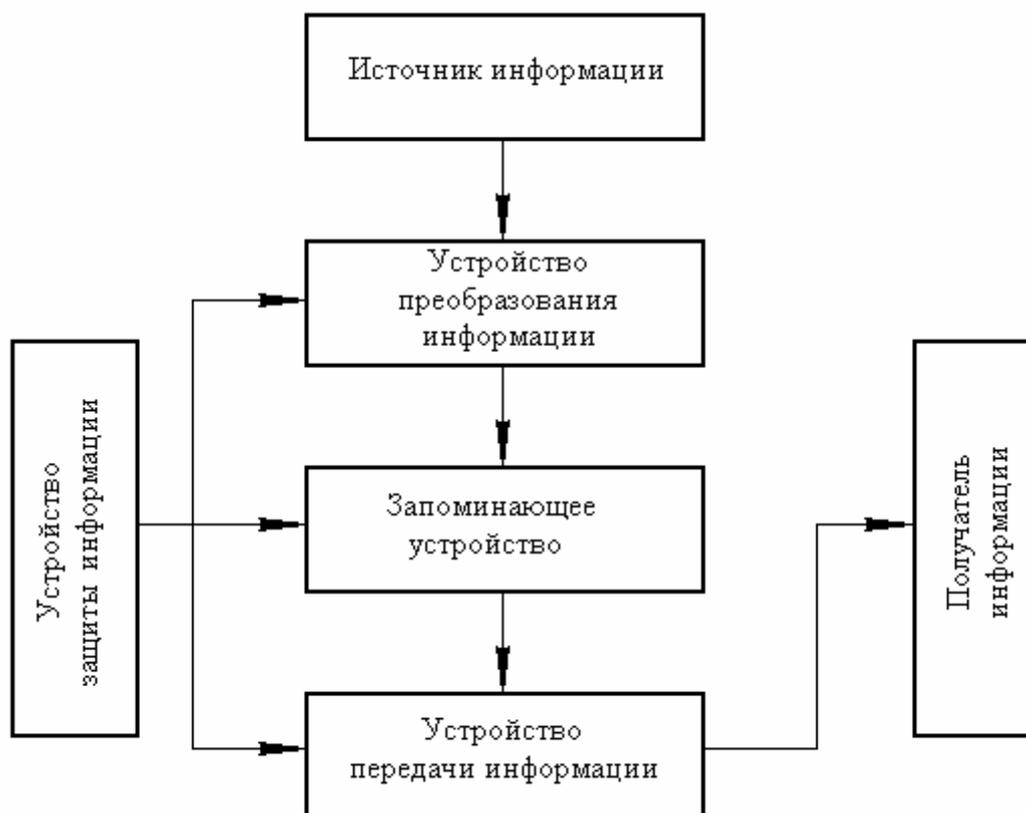


Рис. 5.4. Структура и связи функциональных устройств на информационно-логическом уровне

Запоминающее устройство обязано хранить информацию в течение времени, значение которого определяется самой длительной продолжительностью доставки груза от Отправителя к Получателю (если иное не указывается в техническом задании).

Устройство передачи информации должно транслировать информацию так, чтобы обеспечить возможность ее получения в любой точке пути следования вагона с грузом.

Устройство защиты информации должно обеспечивать защиту таким образом, чтобы информацию нельзя было бы исказить с помощью подручных средств и простых инструментов.

Связь между устройством передачи информации и получателем ее должна быть визуальной.

Информационный сигнал должен быть доступен для понимания человеку, не обладающему для этого специальными знаниями или навыками.

Таким образом, информация, поступающая от источника, преобразуется, запоминается и передается получателю в удобном для понимания виде, при этом обеспечивается защита ее от искажения.

На этом работа на информационно-логическом уровне заканчивается, и проектирование продолжается на следующем, системотехническом уровне, с осуществлением проектирования отдельных функциональных узлов. Каждый узел оценивается как структура, состоящая из взаимосвязанных блоков, которые рассматриваются безотносительно к их внутреннему устройству. В результате этого структура, изображенная на рис. 5.4, детализируется, приобретая новую структуру (рис. 5.5).

Исходя из условия неосуществимости энергопитания устройств и в первую очередь запоминающего устройства, делается заключение о применении в данном случае механической памяти, которая долго может хранить информацию без затрат энергии. Поэтому на рис. 5.5 в качестве хранителя информации выступает механическая память, содержащая некий код.

Код памяти, устанавливаемый Отправителем с помощью устройства кодирования, может быть трансформирован устройством изменения кода памяти, который приводится в действие через пороговое устройство преобразователем силового воздействия двери при перемещении.

Устройство преобразования информации состоит из преобразователя силового воздействия двери при перемещении, порогового устройства и устройства изменения кода механической памяти. Преобразователь – первый блок оказывает силовое воздействие на устройство изменения кода механической памяти (во время перемещения двери вагона), которое необходимо для срабатывания этого устройства и последующего изменения кода. Таким образом, для изменения кода механической памяти используется энергия, которой обладает дверь вагона при перемещении.

Однако при движении вагона дверь испытывает толчки, вибрацию и небольшие передвижения в пределах зазоров в запорном механизме и в направляющих. Поэтому если этот блок непосредственно соединить с устройством изменения кода механической памяти, то станет возможным ложное изменение кода памяти от незначительного самопроизвольного перемещения двери в процессе следования поезда. Для исключения этого яв-

ления необходимо между указанными блоками поместить пороговое устройство, которое позволяло бы изменять код только в том случае, когда усилие на выходе первого блока достигнет определенного значения.

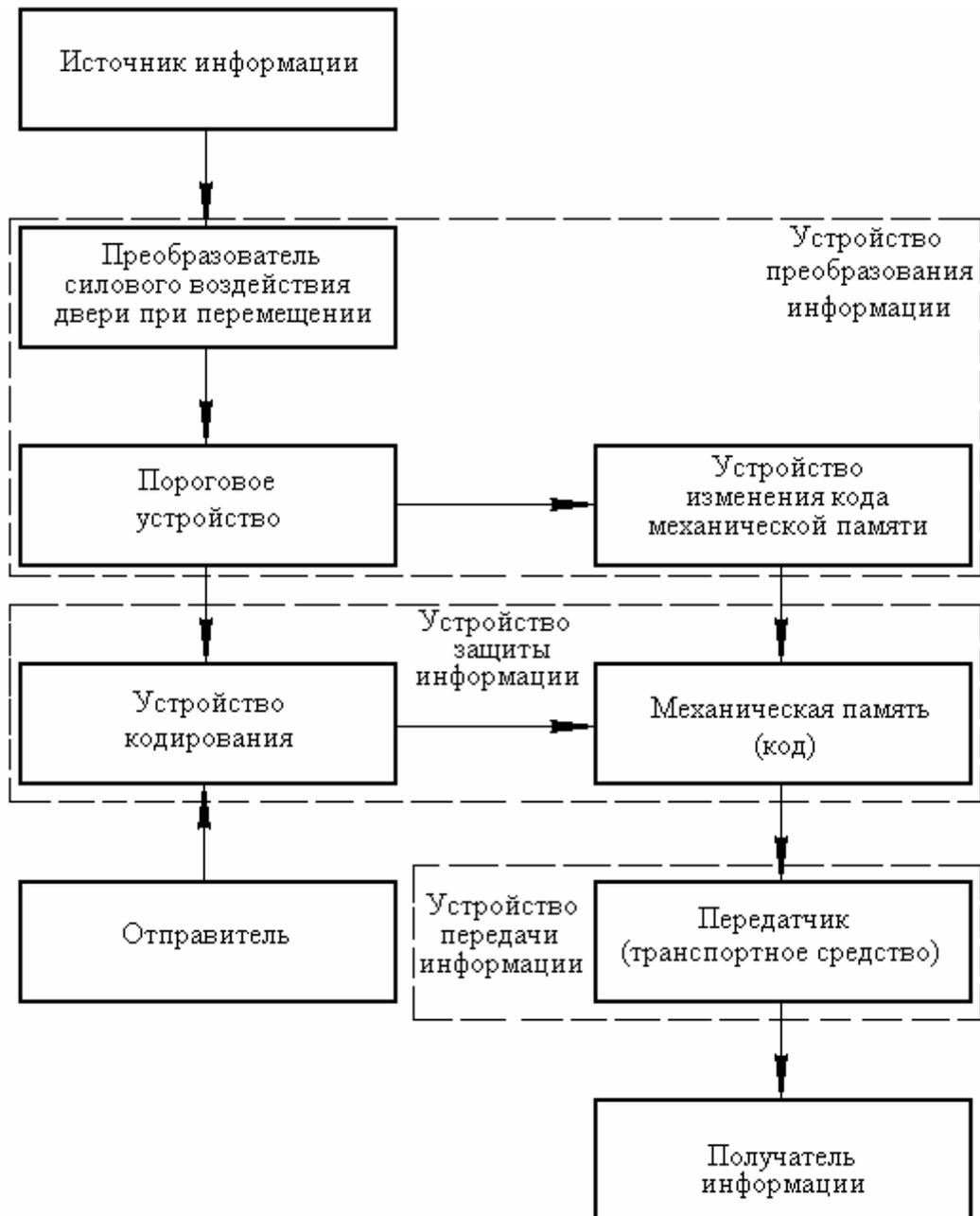


Рис. 5.5. Структура и связи функциональных узлов на системотехническом уровне

Запоминающее устройство представляет собой блок механической памяти; устройство защиты информации включает в себя устройство кодирования и блок кода механической памяти. Именно исходный код, кото-

40

рый будет изменен при открывании двери и не сможет быть восстановлен злоумышленниками, обеспечит защиту информации. Поскольку трудоемкость восстановления кода злоумышленниками напрямую зависит от его сложности, то устройство кодирования, которым пользуется Отправитель, можно отнести к устройству защиты информации.

Для перемещения информации в пространстве используется непосредственно транспортное средство – вагон. Это позволяет не применять специальных дополнительных устройств, передающих информацию, однако получить (считать) информацию в этом случае можно только по приходу вагона.

Поскольку разработанная структура состоит из механических блоков, то требования к преобразованию сигналов этими блоками отсутствуют, и можно приступить к проектированию на схемотехническом уровне.

Проектирование на схемотехническом уровне следует начать с блока механической памяти, так как от него будут зависеть схемные решения других блоков, а также значения усилий, необходимых для изменения кода при несанкционированном открывании двери.

Предположим, что в основу механической памяти мы положили известное свойство материала деформироваться под воздействием внешних сил, полагая при этом, что для лучшей наглядности величина деформации должна быть такой, чтобы разрушить материал. В качестве такого материала выбираем малоуглеродистую сталь (с допускаемым на растяжение напряжением $[\sigma] = 156 \text{ Н/мм}^2$) в форме тонкой нити – проволочки.

В качестве преобразователя силового воздействия двери при перемещении можно использовать петли 1 двери 2 вагона, а порогового устройства – зазор между этими петлями и проволочкой 3, пропущенной через них и перегнутой пополам в виде хомутика (рис. 5.6).

При перемещении двери расстояние a между петлями будет увеличиваться. Однако поскольку $D > a$, то проволочка не будет препятствовать перемещению петель. После того как петли раздвинутся на расстояние b , зазор между петлями и проволочкой станет равным нулю. Дальнейшее увеличение этого расстояния будет способствовать передаче усилия от петель к проволочке, в результате чего последняя будет испытывать деформацию растяжения. Таким образом, геометрические размеры хомутика и материал проволочки играют роль порогового устройства как только перемещение двери и усилие, действующее на проволочку, превысят заданную

величину, последняя разорвется, т.е. сработает устройство изменения кода механической памяти.

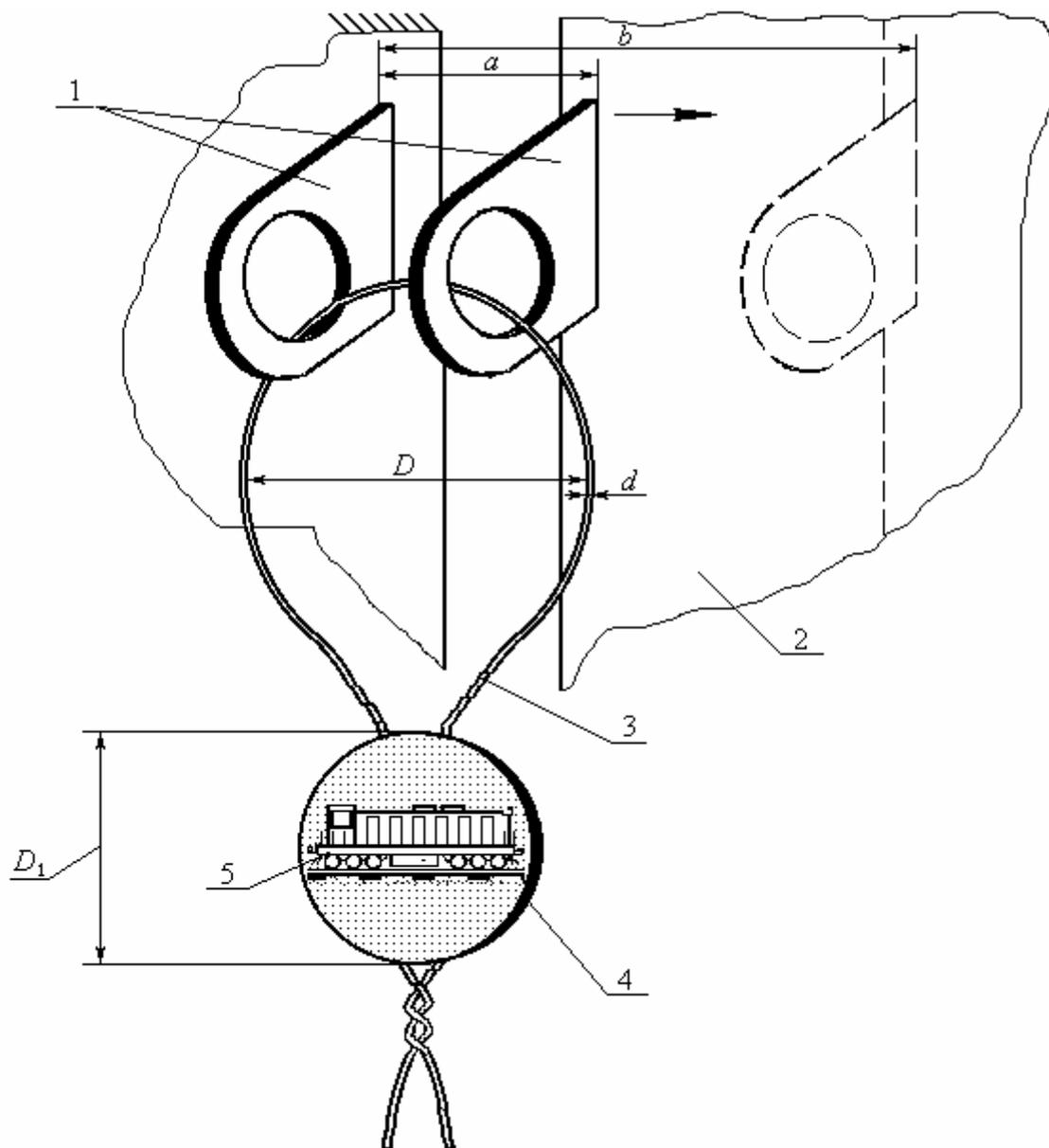


Рис. 5.6. Схема устройства, констатирующего несанкционированное открывание двери железнодорожного вагона

Устройство защиты информации выполнено из обжимающей проволочку пломбы 4 (кусочка мягкого металла), на котором Отправитель ставит печать-оттиск 5. Это не позволяет злоумышленнику заменить разорванную проволочку, поскольку у него нет такой печати. Чем сложнее рисунок оттиска, тем труднее подделать печать. Однако существует некий

уровень сложности рисунка, превышение которого не способствует повышению надежности защиты от подделки печати. Это происходит, во-первых, потому, что площадь рисунка ограничена, и его усложнение приводит к увеличению числа мелких фрагментов, которые можно рассмотреть только, например, под лупой. Это усложняет контроль за сохранностью оттиска и делает неудобной эксплуатацию такой пломбы.

Во-вторых, человек, который не имеет специальных навыков и знаний, не способен запомнить точно все отличительные детали сложного рисунка, а поэтому даже поддельный похожий рисунок оттиска может быть принят им за настоящий, в результате чего будет сделан неправильный вывод об отсутствии повреждений пломбы.

Следует заметить, что поверхность проволоочки тоже играет роль кода. Если поверхность испачкана или имеет неровности, скрутки и т. п., то место соединения (например склейки) проволоочки (после ее повреждения) будет плохо выделяться и может быть не замечено при контрольном осмотре пломбы.

После того как схема устройства оказывается разработанной, приступают к расчетам необходимых параметров, которые позволяют проверить правильность построения схемы устройства и служат также основой при разработке чертежей изделия.

5.5. Расчет основных параметров изделия

Для выполнения расчетов основных параметров при необходимости делают расчетные схемы, позволяющие описать устройство или процесс в общих, чертах.

Определим сначала необходимую длину проволоочки. Поскольку усилие на нее начинает передаваться при перемещении двери на величину b (см. рис. 5.6), то из соотношения $2b \approx \pi D$ получим

$$D = \frac{2b}{\pi}.$$

В пломбе размещается часть проволоки длиной $2D_1$, а выходящие из пломбы кончики имеют длину приблизительно равную половине диаметра

пломбы, поэтому на них расходуется часть проволоки длиной D_1 . Тогда окончательная длина проволоки будет равна

$$L = 2b + 2D_1 + D_1 = 2(b + 1,5D_1).$$

Примем $b = 50$ мм, $D_1 = 12$ мм, тогда $L = 136 \approx 140$ мм, а $a \leq 32$ мм.

Для определения диаметра проволоки, обеспечивающего сохранность последней при действии нагрузок, образующихся при толчках и ударах вагона, найдем сначала максимальную величину этих нагрузок. Наибольшая нагрузка возникает в процессе сортировки при спуске с сортировочной горки, когда скатывающийся вагон ударяет в конце своего маршрута в неподвижно стоящий перед ним вагон. Для исключения поломки вагонов скорость вагона при ударе не должна превышать 4 м/с. Время замедления вагона составляет величину около $0,1 \div 0,4$ с. Тогда ускорение замедления будет равно

$$a = \frac{V_y}{t_3},$$

где a – ускорение замедления, м/с²; V_y – скорость вагона перед ударом, м/с; t_3 – время замедления, с.

При $V_y = 4$ м/с и $t_3 = 0,1$ с $a = 40$ м/с². Во время удара на проволоку будет действовать сила F , которая равна

$$F = m_{\text{п}} a, \quad (5.3)$$

где $m_{\text{п}}$ – масса пломбы. кг:

$$m_{\text{п}} = \rho \frac{\pi D_1^2}{4} h, \quad (5.15)$$

где D_1 – диаметр пломбы, м; h – толщина пломбы, м; ρ – плотность материала пломбы, кг/м³ (для свинца $\rho = 11,34 \cdot 10^3$ кг/м³).

Приняв $h = 3 \cdot 10^{-3}$ м, получим для свинцовой пломбы $m_{\text{п}} = 4 \cdot 10^{-3}$ кг. Тогда из выражения (5.3) $F = 0,16$ Н. Учитывая, что сила, растягивающая

проволочку, равна $0,5F$, то напряжение в проволочке при ударе вагона равно

$$\sigma = 4 \frac{0,5F}{\pi d^2},$$

где d – диаметр проволочки, мм².

Отсюда диаметр проволочки, при котором она не разорвется при ударе вагона, равен

$$d = \sqrt{\frac{2F}{\pi[\sigma]}},$$

для выбранного материала проволоки $d = 2,6 \cdot 10^{-2}$ мм $\approx 0,03$ мм.

Таким образом, максимальную нагрузку выдерживает проволочка диаметром 0,03 мм. Однако использовать такую тонкую проволочку нельзя из соображений неудобства в эксплуатации. Ее просто не будет видно невооруженным глазом. Известно, что минимальный угол зрения у человека равен $1'$. Для того чтобы найти минимальный диаметр проволочки, которую человек различает с наилучшего расстояния для зрения – 250 мм, воспользуемся формулой

$$d_{\min} = \operatorname{tg} \delta_0 \ell, \quad (5.4)$$

где ℓ – расстояние от глаза до проволочки, мм; δ_0 – минимальный угол зрения, рад; d_{\min} – минимальный диаметр проволочки, мм.

Подставив в формулу (5.4) значения, получим $d_{\min} = 0,07$ мм. Однако поскольку воспринимать информацию на пределе возможностей глаза неудобно, да и некоторые люди имеют отклонения от нормального зрения, то следует увеличить расчетный диаметр на порядок, т.е. брать проволочку с диаметром $0,7 \div 0,8$ мм.

Таким образом, в результате функционального проектирования разработана схема конструкции устройства и получены основные расчетные зависимости, которые являются отправными для последующего проектирования на конструкторской ветви. Разработанное устройство имеет право на «жизнь», но содержит недостатки. Например, контрольную проволочку можно откусить у самой пломбы, а затем (после несанкционированного

вторжения в вагон) вставить откушенный конец в мягкий свинец пломбы, создавая тем самым ложную видимость целостности пломбы. Чтобы исключить этот недостаток необходимо выявить и проанализировать недостатки, допущенные при проектировании на предыдущих уровнях, для чего необходимо произвести возврат на них. При этом не обязательно возвращаться на самый верхний уровень, достаточно откорректировать схемы на том уровне, где был допущен недочет.

5.6. Возврат проектирования на предыдущие уровни

При более тщательном анализе схемных решений на предыдущих уровнях можно установить, что представленная на рис. 5.5 схема не способна или не в полной мере способна выполнять свои функции при активных действиях злоумышленника в направлении сокрытия следов преступления. Если бы мы сразу учли это обстоятельство, т.е. заранее предусмотрели возможные действия преступников, то выполнили бы эту схему иначе. На рис. 5.7 представлен измененный вариант схемы устройства на системотехническом уровне, учитывающий воздействия преступников.

Как видно из представленной схемы, преступники с целью сокрытия преступления могут совершать действия в отношении устройств преобразования и защиты информации, а также передатчика.

На рис. 5.8 представлен вариант воздействия преступника на устройство преобразования информации (петли 1). Он может при помощи ножовки (лобзика) сделать прорезь 2, через которую затем вынимается пломба без повреждения контрольной нити 3 и печати 4. После проникновения в вагон злоумышленник устанавливает пломбу через прорези на прежнее место и маскирует пропилены в петлях, скрывая тем самым следы преступления. Для предотвращения подобных действий преступников необходимо выполнять конструкцию петель таким образом, чтобы распиливание их ножовкой было затруднено.

Однако конструирование петель не входит в наше задание по проектированию, поэтому мы не будем на этом останавливаться.

На устройство защиты информации преступник может воздействовать, как уже было сказано выше, путем перекусывания контрольной нити (проволочки) и последующего помещения конца проволочки в тело плом-

бы, препятствуя тем самым считыванию правильной информации о состоянии пломбы, т. е. внося помеху в информационное сообщение.

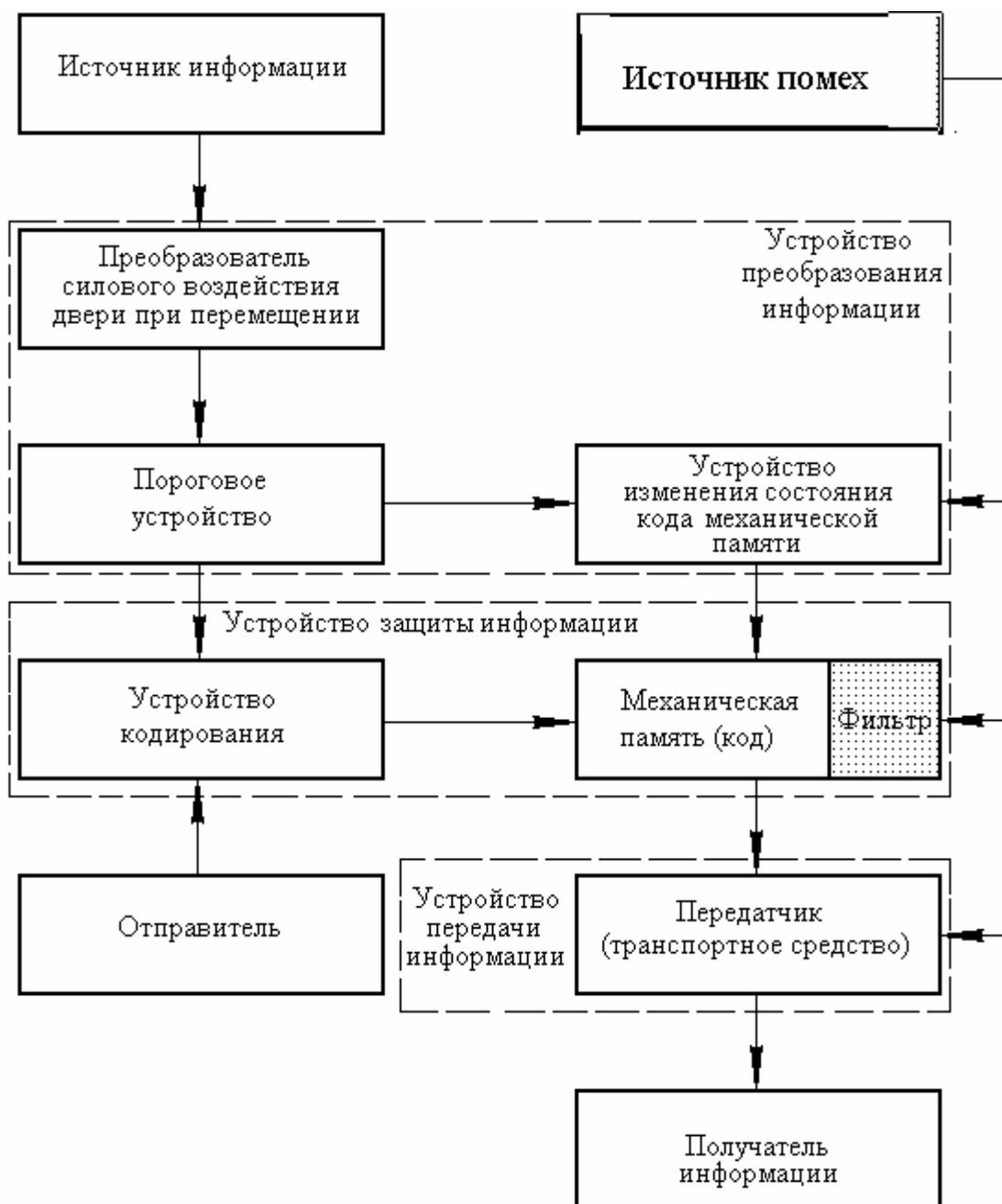


Рис. 5.7. Структура и связи функциональных узлов, выполненные на системотехническом уровне с учетом действий злоумышленников

Для того чтобы сделать указанные действия злоумышленника малоэффективными, необходимо поставить фильтр от подобного рода помех,

который способствовал бы устранению информационных искажений. Поскольку устройство защиты информации входит непосредственно в объект проектного задания, то данный фильтр должен быть включен в схему устройства.

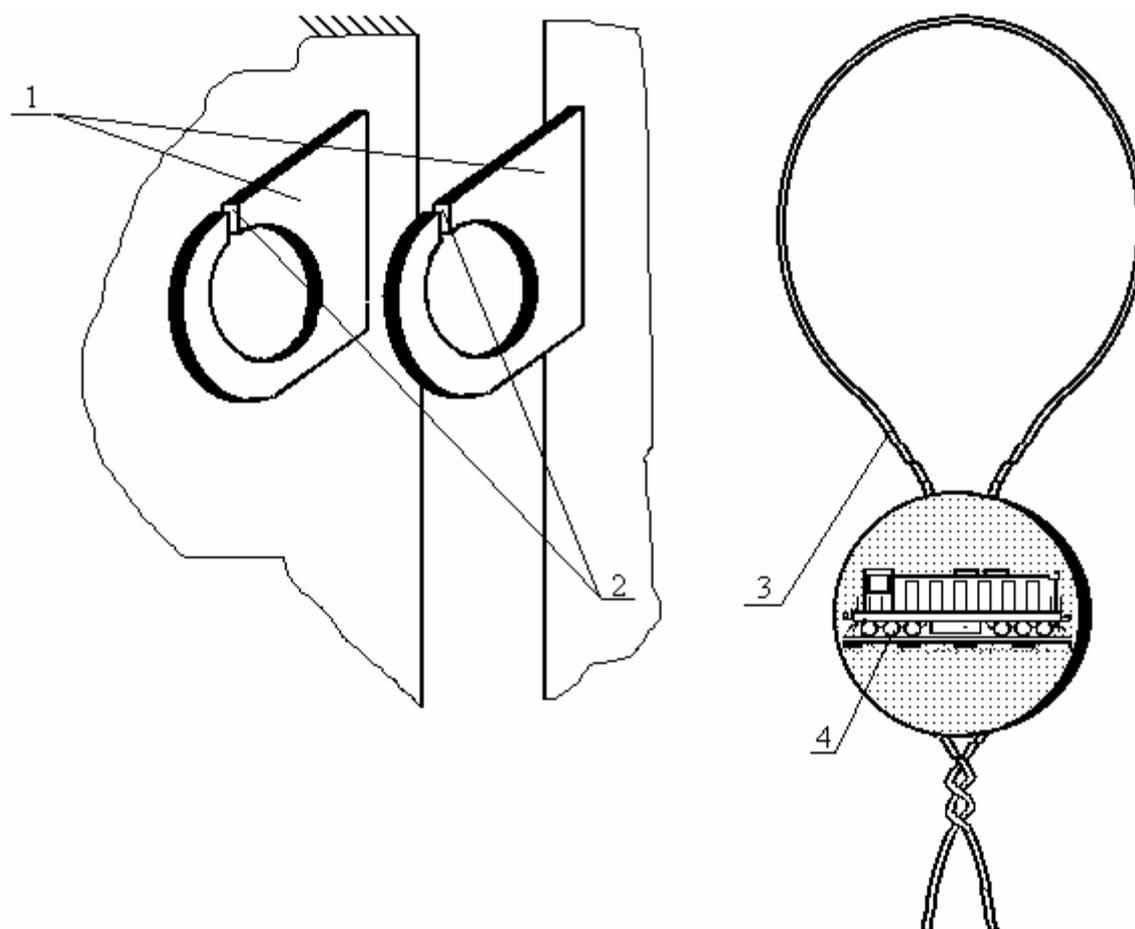


Рис. 5.8. Извлечение пломбы через прорези петель двери

В принципе преступник может воздействовать и на передатчик информации, например, воспрепятствовать каким-либо образом движению поезда (вагона), в результате чего информация о нарушении пломбы поступит к Получателю груза с опозданием. Это, в свою очередь, усложнит поиск злоумышленников, и преступление может остаться нераскрытым.

Таким образом, проведя коррекцию структуры на системотехническом уровне, приступают к разработке устройства на следующем, схемотехническом уровне.

На этом уровне необходимо, прежде всего, решить, каким образом может быть выполнен фильтр. Самый простой путь решения этого вопроса

представляется в использовании в качестве фильтра лупы, которая позволяла бы облегчить обнаружение замаскированных повреждений при осмотре пломбы. Однако с точки зрения эксплуатации это вызовет большие неудобства. Поэтому более приемлемым представляется вариант выполнения контрольной нити в виде кольца из высокополимерного материала, при этом нить не должна соприкасаться с пломбирующим веществом.

На рис. 5.9 представлено схемное решение подобного устройства.

Устройство содержит корпус 1, контрольную нить 2, выполненную в виде кольца, нож для разрушения печатного оттиска, выполненный в виде штифта 8. В корпусе имеются радиальный паз 6, сопряженный с глухим осевым отверстием 12, дополнительный паз 5, выполненный перпендикулярно отверстию 12, выемка 4 под пломбирующую массу и выемки 7 и 11.

Устройство устанавливается на петлях 3 двери. Штифт 8 выполнен с лысками 9 и 10 для свободной установки его через паз 6 в отверстие 12. В пазу 5 размещается контрольная нить 2.

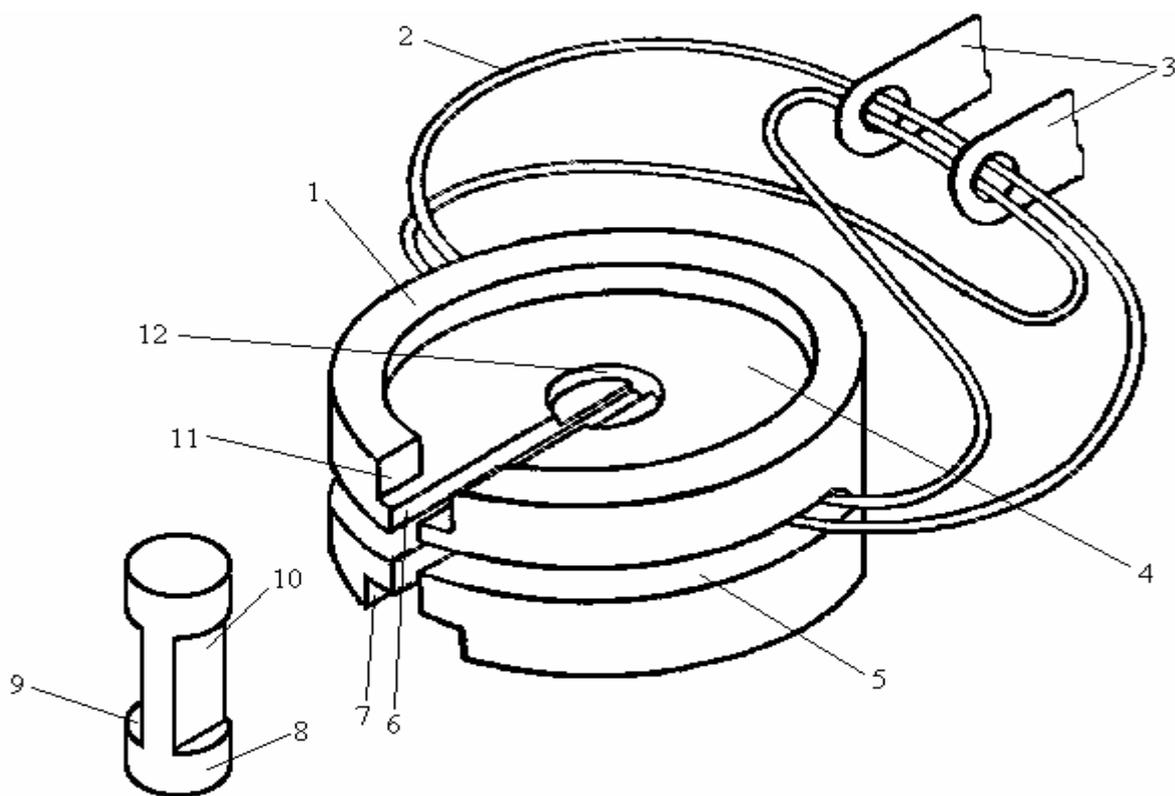


Рис. 5.9. Устройство для опечатывания дверей

Пломбирование осуществляется следующим образом.

Нить-кольцо 2 вводят в отверстия петель 1, в результате чего кольцо

принимает форму вытянутого овала, изображенного на рис. 5.10. Левую и правую части получившегося овала вводят в паз 5 корпуса 1.

После этого штифт 8 перемещают по пазу 6 до упора и смещают вниз, при этом головка (верхняя по чертежу цилиндрическая часть) штифта 8 входит с небольшим натягом в глухое отверстие 12 корпуса 1 заподлицо с поверхностью выемки 4. Для прохождения цилиндрических частей штифта над пазом 6 при перемещении штифта 8 в корпусе 1 предусмотрены выемки 7 и 11.

Затем на площадку выемки 4 (см. рис. 5.9) наносится пломбирующая масса, на которой ставится оттиск печати. Таким образом, кольцо 2 удерживается штифтом 8 в пазу 5, но может легко перемещаться в нем.

Штифт 8 можно вставить в корпус 1 и вынуть из него только тогда, когда лыски 9 и 10 находятся в пазу 6, а головка штифта 8 находится над поверхностью выемки 4. При перемещении штифта 8 вдоль паза 6 оттиск нарушается.

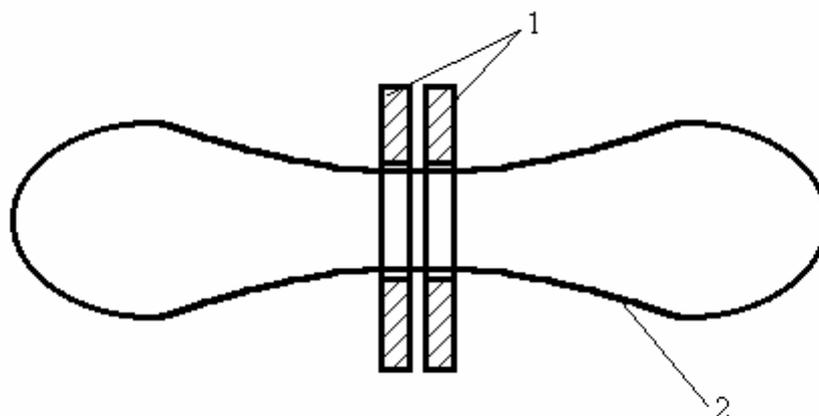


Рис. 5.10. Установка кольца в петли двери

Когда устройство запломбировано, то головка штифта находится в глухом отверстии 12 под пломбирующей массой, поэтому лыски 9 и 10 штифта 8 смещены по вертикали относительно паза 6, что делает невозможным вынимание штифта 8 через паз 6, не поднимая его по вертикали до совмещения лысок с пазом. Подъем штифта приводит к нарушению оттиска, а вынимание его через паз 6 – к его дальнейшему разрушению.

Для того чтобы снять устройство, нажимают пальцем на штифт 8 со стороны выемки 7, в результате чего штифт перемещается вверх и наруша-

ет целостность печатного оттиска. Затем выводят штифт из паза 6, нарушая тем самым оставшуюся часть печатного оттиска. После этого вынимают кольцо 2 из паза 5 и из отверстий петель 3.

Если поверхность кольца 2 сделать рельефной (например как поверхность многожильного троса), то легко можно установить подделку кольца 2, которое может быть, например, разрезано злоумышленниками, а затем склеено, так как рельефный рисунок не будет совпадать. Следовательно, рисунок на поверхности контрольной нити выполняет функции своеобразного фильтра, снижающего действие помехи, которая может быть сформирована злоумышленниками.

Еще более эффективным фильтром может стать материал кольца, если его выполнить из полиуретана (Т-1413-83 ТУ6-05-221-526-82), который плохо склеивается. В этом случае злоумышленники практически не будут иметь возможности соединить кольцо при помощи склейки, т.е. не смогут внести помеху.

В процессе эксплуатации элементы устройства не повреждаются, что дает возможность использовать его многократно. Так как кольцо 2 не имеет узлов, скруток, не пачкается опечатывающим материалом, а также легко перемещается в корпусе 1 и отверстиях петель 3, то произвести подделку целостности контрольной нити, т.е. внести помеху в информационное сообщение о состоянии устройства, становится практически невозможным. Это повышает эффективность контроля целостности пломбы и дает возможность легко установить наличие подделки после несанкционированного вскрытия, а также осуществлять контроль за целостностью пломбы периодически, например на остановках в пути следования. Исключается возможность самопроизвольного повреждения пломбы при соударениях, толчках и вибрации, так как кольцо не связано жестко с корпусом 1.

Таким образом, в результате возврата на предыдущий уровень, тщательного анализа схемного решения на нем и последующей коррекции последнего нам удалось на последующем (схмотехническом) уровне создать более совершенное устройство, которое впоследствии было признано изобретением (А.с. 1660030 G 09 F 3/03. Устройство для опечатывания дверей).

Перейдем теперь к выполнению расчетов основных параметров данного устройства, результаты которых требуются для простановки размеров на чертежах. Определение параметров контрольной нити проводится ана-

логично приведенным выше вычислениям. В отличие от предыдущей схемы устройства нам еще требуется определить необходимую величину натяга, с которым штифт входит в корпус. Для этого сначала следует задаться величиной усилия, с которым палец человека надавливает на штифт, чтобы вытолкнуть его из глухого отверстия и затем вынуть из корпуса. Поскольку новое техническое решение является изобретением, то вряд ли мы найдем в литературе какие-либо рекомендации по выбору величины указанного усилия. Поэтому для определения указанной величины можно поступить следующим образом.

При выполнении физического упражнения, включающего в себя отжимание руками от пола, человек упирается в пол пальцами обеих рук. Если при этом считать, что нагрузка на ноги и руки, (на пальцы рук) распределена равномерно, то при массе тела 80 кг на каждый палец распределяется вес в 4 кгс (килограмм-сила). На самом деле это величина еще больше, так как на руки приходится большая часть нагрузки. Поэтому вполне приемлемым можно считать величину усилия, прикладываемого к штифту, в пределах $40 \div 50$ Н ($1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н}$). Для определенности примем величину этого усилия равной 40 Н.

Далее, исходя из схемы устройства, выполненного на схемотехническом уровне, начертим расчетную схему, необходимую для вычисления величины натяга штифта, которая показана на рис. 5.11.

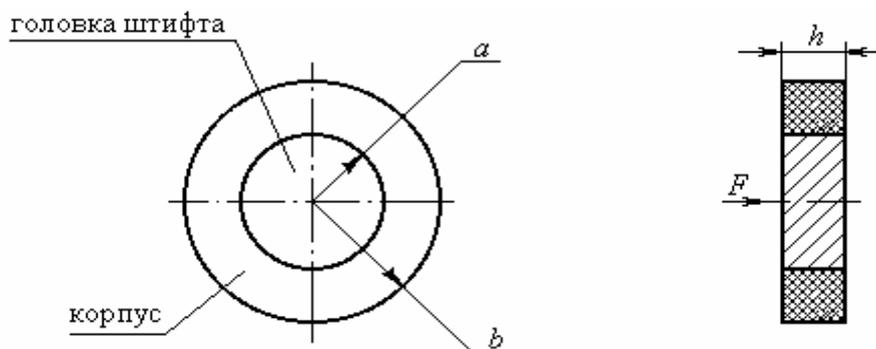


Рис. 5.11. Схема для расчета натяга штифта

Из практических соображений примем $a = 4$ мм, $b = 11$ мм, $h = 3$ мм. Найдем давление p , которое создается между штифтом и корпусом, если для вынимания штифта из последнего прикладывается усилие $F = 40$ Н. Очевидно, что посредством приложенного усилия преодолевается сила трения, возникающая между штифтом и корпусом. Из справочных данных

коэффициент трения μ_0 материала (сталь) штифта по материалу корпуса равен 0,3. Тогда сила N нормального давления выразится

$$N = \frac{F}{\mu_0} = \frac{40}{0,3} = 133,3 \text{ Н,}$$

а давление p будет равно

$$p = \frac{N}{2\pi ah} = \frac{133,3}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,3} = 176,9 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}.$$

Для вычисления величины натяга H воспользуемся известной формулой [3]

$$H = \frac{2p}{\frac{E}{b} \ln \frac{b}{a}} = \frac{2 \cdot 176,9}{\frac{8 \cdot 10^4}{1,1} \ln \frac{1,1}{0,4}} = 4,81 \cdot 10^{-3} (\text{см}) = 0,0481 \text{ мм} \approx 48 \text{ мкм}.$$

Таким образом, размеры и допуски на диаметры головки штифта и глухое отверстие корпуса должны быть проставлены при выполнении чертежей этих деталей таким образом, чтобы гарантированно обеспечивался натяг около 48 мкм при соединении указанных деталей.

Поскольку основные параметры устройства рассчитаны, то приступают к конструированию изделия – выполнению чертежей. Однако для правильного выполнения чертежей необходимо знать ЕСКД, поэтому прежде чем перейти к разработке чертежей, ознакомимся с основными положениями ЕСКД.

Вопросы для самоконтроля

1. Что является отправной точкой проектирования?
2. Что дают патентные исследования?
3. Какая характеристика применяется в теории информации в качестве меры энтропийной неопределенности системы?
4. В чем состоит смысл получения информации (в понятиях теории информации)?
5. В каких единицах измеряется энтропия и количество информации?
6. Как выразится количество информации, которое дает нам о системе X наблюдение системы Y ?
7. Что такое пассивный транслятор информации?
8. Какую процедуру значительно упрощает пассивный транслятор информации?
9. С какого уровня, как правило, начинается проектирование на функциональной ветви?
10. С какой целью осуществляется возврат на предыдущие уровни проектирования?

Глава 6
**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ
КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.
ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ**

6.1. Выбор формата и масштаба

Без знания общих правил выполнения чертежей не может быть разработан ни один конструкторский документ. Конструктор, выполняя чертеж изделия независимо от его вида, сложности и назначения, соблюдает порядок разработки (например, нельзя нанести размеры изделия, не выполнив его изображения; нельзя определить технические требования, не указав размеры, обозначения шероховатости, отклонения формы и т.д.).

Размеры сторон форматов чертежей устанавливаются ГОСТом. Схема построения форматов чертежей показана на рис. 6.1. Конструктор, как правило, пользуется основными форматами А4; А3; А2 и А1. При выполнении чертежей деталей несложной конфигурации и небольших размеров может быть использован формат А5 с размерами сторон 148 × 210 мм, а в случае, когда нет возможности выполнить чертеж на нескольких листах основных форматов, используют дополнительные форматы, образуемые увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам, например формат А4 × 3 с размерами сторон 297 × 630 мм.

Конструктор, приступая к выполнению чертежа, мысленно должен представить размеры детали, ее конфигурацию и определить, сколько изображений ему необходимо будет выполнить. После этого у него уже складывается картина основных изображений детали и масштаб, далее выбрать необходимый формат чертежа ему нетрудно. При выполнении чертежей предпочтительным является применение масштаба 1:1. Иногда, особенно это касается сборочных чертежей, делается совершенно необоснованное увеличение масштаба чертежа, в результате чего чертеж, который мог бы быть размещен на формате А3, и даже А4, выполняется на форматах А2, А1. Такое завышение происходит, как правило, потому, что на сборочном чертеже стараются детально показать конфигурацию различных элементов изделия, делают много лишних видов и разрезов, вплоть до таких, на которых показывают винт в резьбовом отверстии [7].

Такая излишняя детализация не только не нужна, но и вредна, так как неоправданно отвлекает внимание на второстепенные элементы. Действительно, зачем на сборочном чертеже показывать в разрезе винт в резьбовом отверстии?! Достаточно обозначить, например на изображении головки, позицию крепежного элемента.

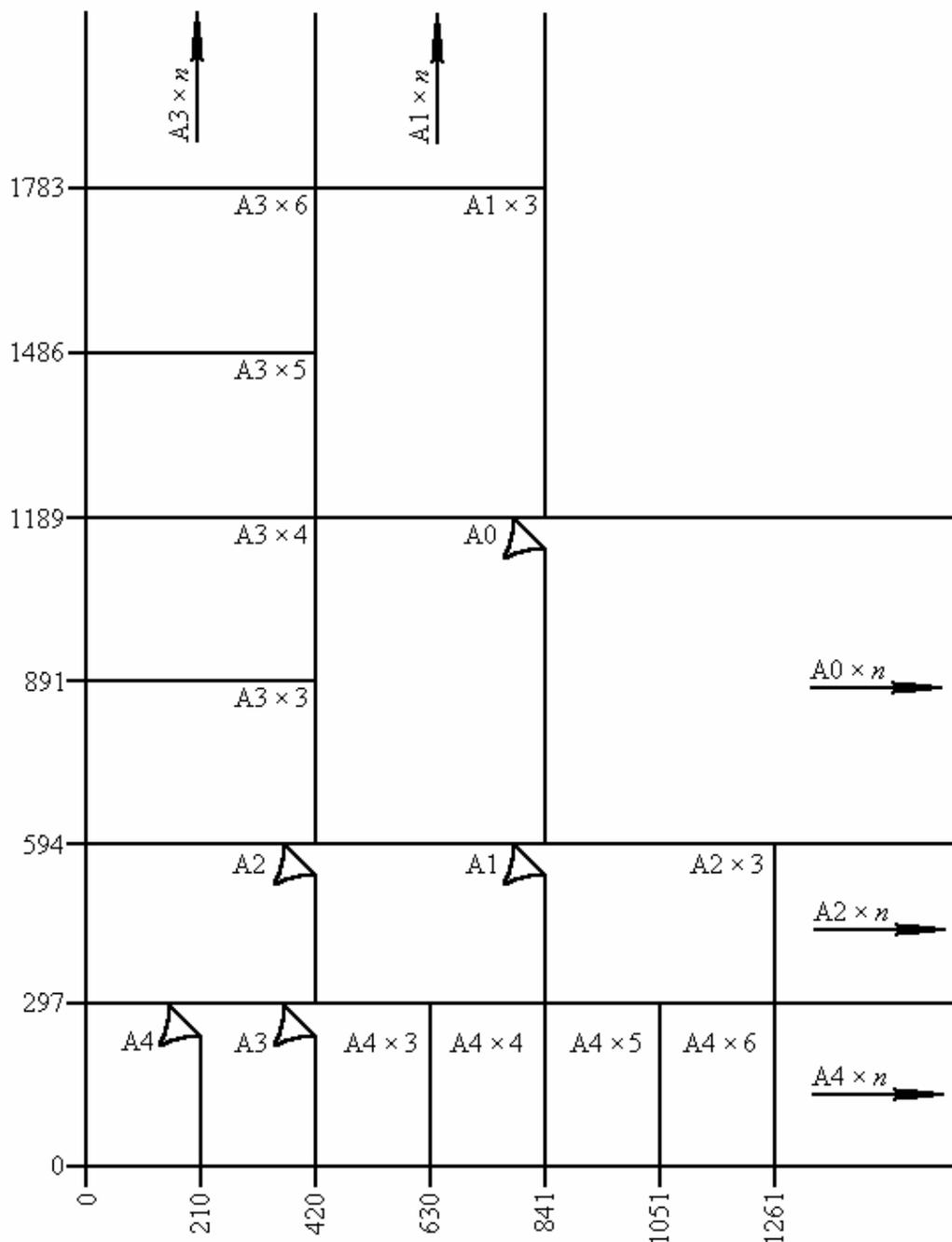


Рис.6.1. Схема построения форматов чертежей

По номеру позиции рабочий найдет в спецификации нужный винт, возьмет отвертку и завернет его в нужное место. Не будет же он брать

молоток и забивать им винт в отверстие, тем более что в технологическом процессе сборки указывается даже номер отвертки для этой операции.

Необходимо всегда помнить, что следует указывать на чертежах только те виды, разрезы, сечения и требования, без которых изделие нельзя правильно собрать, настроить, отрегулировать и т.д. Разрезы, виды и сечения, на которых не проставлено ни одного размера, условного обозначения или требования, не нужны, а поэтому изображать их на чертежах запрещено.

При выполнении чертежей мелких деталей для удобства нанесения размеров и других данных применяют масштабы увеличения как для чертежа в целом, так и для изображения отдельных элементов детали. В последнем случае масштаб, отличный от масштаба основных изображений, указывают непосредственно над изображением, выполненным в увеличенном размере. То же самое можно сказать и о выборе масштаба уменьшения.

Отступление от принятого масштаба допускается при внесении изменений или при изменении размеров детали в процессе разработки чертежа, если при этом наглядность изображения не нарушается и чтение чертежа не затруднено. С отступлением от принятого масштаба, например в сторону увеличения, изображают пластины, отверстия, фаски, пазы и т.п. размером на чертеже 2 мм и менее. Аналогично поступают при выполнении элементов, разница в размерах которых менее 2 мм. Например, на рис. 6.2 с отступлением от выбранного масштаба чертежа изображены два участка оси, разница в диаметрах которых менее 2 мм.

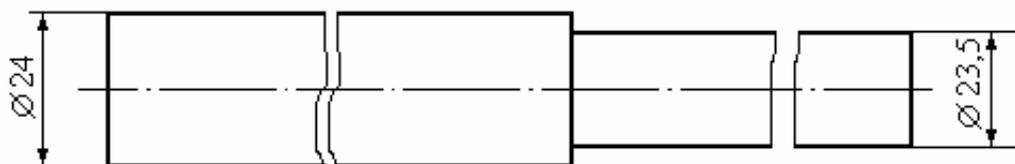


Рис. 6-2. Изображение на чертеже оси с разницей диаметров менее 2 мм

Если чертеж выполняется на нескольких листах, а детали на них изображены в различных масштабах, то на последующих листах должен быть указан такой же масштаб, какой указан на первом чертеже листа. При этом непосредственно над каждым изображением, масштаб которого отличается от масштаба первого листа, помещают надпись, обозначающую выбранный масштаб, например М 2:1, М 5:1.

В правом нижнем углу чертежа помещают штамп, в котором указывают все необходимые данные: номер чертежа, масштаб, название и т.д. Необходимо отметить, что на формате А4 штамп следует располагать только на малой стороне формата (рис. 6.3).

					АБ7.045.001			
					ПОДВЕС	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.			2206			0,1кг	1:1	
Провер.			2806					
						Лист 1	Листов 2	
					Сталь 35 ГОСТ 1050 -74			

Рис. 6.3. Изображение штампа на первом листе чертежа

В случае, когда чертеж выполняется на нескольких листах, на первом листе указывается штамп, показанный на рис. 6.2, а на других – изображается малый штамп (рис. 6.4).

Рис. 6.4. Изображение штампа на последующих листах чертежа

					АБ7.045.001			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			2	

При этом на первом листе указывается общее количество листов, входящих в данный чертеж (например, «Листов 2»), а также нумеруется первый лист («Лист 1»). Если чертеж выполняется на одном листе, то в графе «Лист» номер не указывается, а в графе «Листов» ставится цифра 1, т.е. «Листов 1».

6.2. Выполнение изображений

При выполнении чертежей конструктор должен знать начертания и назначения линий, правила нанесения линий штриховки, условности и упрощения при выполнении, резьбы крепежных деталей, зубчатых колес, пружин, подшипников и т.д.

Линии. Начертания линий, их назначения и соотношения толщин по отношению к сплошной толстой (основной линии) установлены ГОСТом. Толщина штриховой линии должна быть, как правило, выбрана большей, чем штрихпунктирной. Однако в случаях, когда толщина сплошной толстой основной линии выбрана небольшой, толщина штриховых и штрих-

пунктирных линий может быть одинаковой. Сплошная тонкая с изломами линия применяется для обозначения обрывов.

Изображения – виды, разрезы, сечения. Правила выполнения изображений предметов по методу прямоугольного проецирования изложены в ГОСТ 2.305-68.

Тела вращения относительно фронтальной плоскости проекции располагают так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление об их форме и размерах. Это правило не исключает возможности располагать тела вращения вертикально по отношению к основной надписи, что на практике имеет место, так, например, изображают вставки пресс-форм. Как правило, на главном виде такие детали, как планки, валы, оси и т.п. изображают горизонтально, при этом часто для лучшего выявления формы предмет выполняют в разрезе. При наличии дополнительных видов последние должны быть расположены по направлению взгляда. Осуществлять их поворот целесообразно только в тех случаях, когда теряется наглядность изображения. Не допускается располагать дополнительные виды в разрыве основных видов, а также выполнять местный разрез на изображениях изделия, показанного в разрезе. Линия сечения независимо от того, показан разрез полностью или частично, должна быть проведена через все изображение, допускается проводить ее и внутри изображения (рис. 6.5).

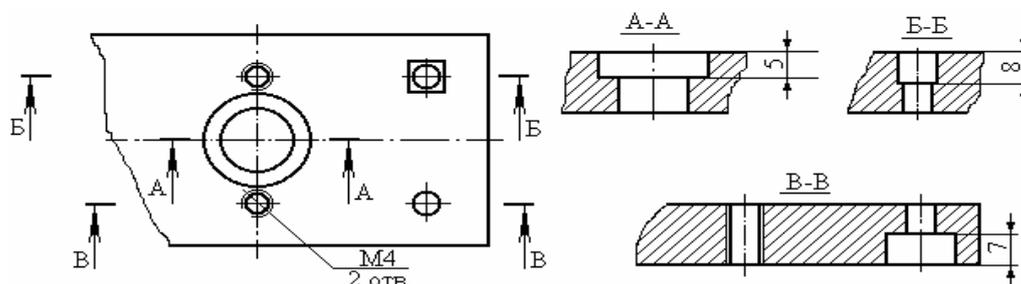


Рис. 6.5. Выполнение линий сечения на чертеже

Следует заметить, что при выполнении разрезов целесообразно показывать только ту часть изображаемой детали, ради которой выполняется разрез, т.е. обращать внимание другого лица, читающего чертеж, на конкретный элемент детали. В данном случае (см. рис. 6.5) разрезы Б-Б и В-В предназначены для выявления форм крайних отверстий, а точнее, для постановки размера глубины из расточки. Поэтому нет необходимости на разрезе Б-Б показывать еще и резьбовое отверстие (как это сделано на разрезе В-В). С точки зрения качества конструкторской разработки чертежа разрез Б-Б выполнен более грамотно, чем разрез В-В.

Отверстие в сечении изображается так же, как и в разрезе. Не допускается на разрезе делать линии, обозначающие плоскость разреза, т.е. выполнять разрез с разреза.

Не следует делать виды, разрезы и сечения тех элементов, которые однозначно выявлены на каком-то виде. Например, на рис. 6.5 на разрезе В-В нет смысла делать разрез резьбового отверстия, так как форма его однозначно выявлена на виде путем простановки размера М4. Этим сказано, что отверстие резьбовое и сквозное так как если бы оно было глухим или ступенчатым, то потребовалось указать его глубину или величину ступеньки (проставить необходимый линейный размер), а следовательно, мы были бы вынуждены сделать для этого соответствующий разрез или сечение. Если их нет на чертеже, то, значит, отверстие сквозное.

Нежелательно увлекаться сложными ступенчатыми разрезами. Это может привести к ухудшению чтения чертежа детали. На рис. 6.6 показан сложный разрез. Несмотря на то что этот разрез выявляет одновременно форму двух отверстий, он усложняет чтение чертежа, форма самой детали просматривается и представляется плохо.

Целесообразнее изобразить разрез так, как это показано на рис. 6.7. на этом чертеже четко просматривается корытообразная форма детали. При этом локальные разрезы Б-Б и В-В уточняют эту форму, а поэтому не мешают общему восприятию.

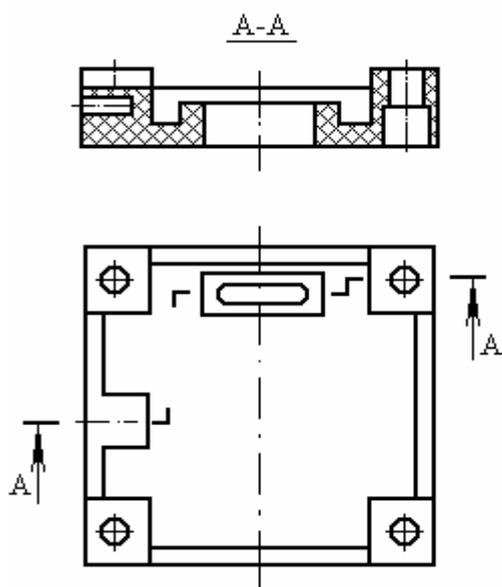


Рис. 6.6. Сложный разрез детали

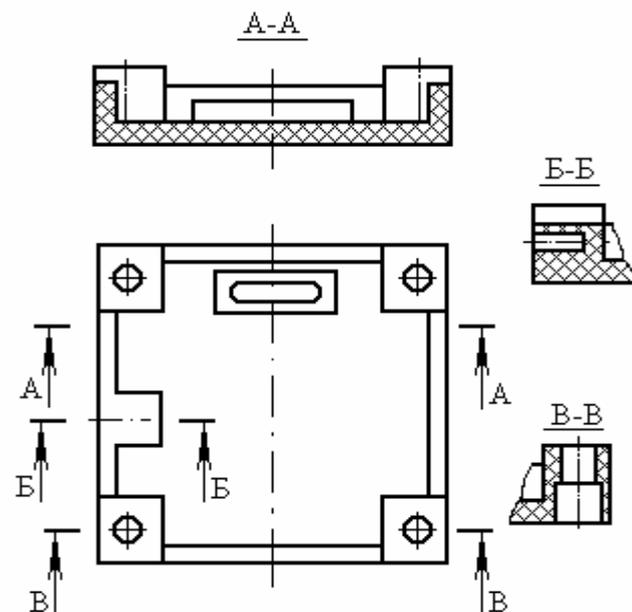


Рис. 6.7. Сечение детали тремя плоскостями

При выполнении разрезов не следует забывать и о местных разрезах, которые тоже очень хорошо уточняют форму детали. На рис. 6.7 вместо разреза Б-Б можно было бы сделать местный разрез глухого отверстия на виде сверху.

Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах. Выполняя изображения, конструктор, как правило, применяет разрезы и сечения, которые необходимо заштриховать. На рис. 6.8 показаны виды штриховки в зависимости от материала детали. Однако, если штрихуемая зона очень узкая и расстояние между линиями не превосходит 2 мм, например оболочка тонкостенного цилиндра, то место штриховки заполняется черным цветом.



Рис. 6.8. Виды штриховки разрезов и сечений

На сборочных чертежах штриховку отдельных деталей, попадающих в разрез или сечение, следует выполнять с изменением наклона линий штриховки, принадлежащей смежным деталям, например, кольцу 1 и втулке 2 (рис. 6.9, а), или с изменением расстояния между штрихами (рис. 6.9, б), при этом оси (валы) в разрезах не штрихуются. Могут быть использованы и дополнительные графические обозначения с пояснениями в поле чертежа. Неразъемные сварные, паяные, клепаные изделия на сборочных чертежах, в которые они входят одной составной частью, штрихуют в одну сторону как единое целое, не показывая границ между деталями (рис. 6.10, а). На сборку такие детали поступают уже сваренными, паяными, а поэтому обозначаются одной позицией.

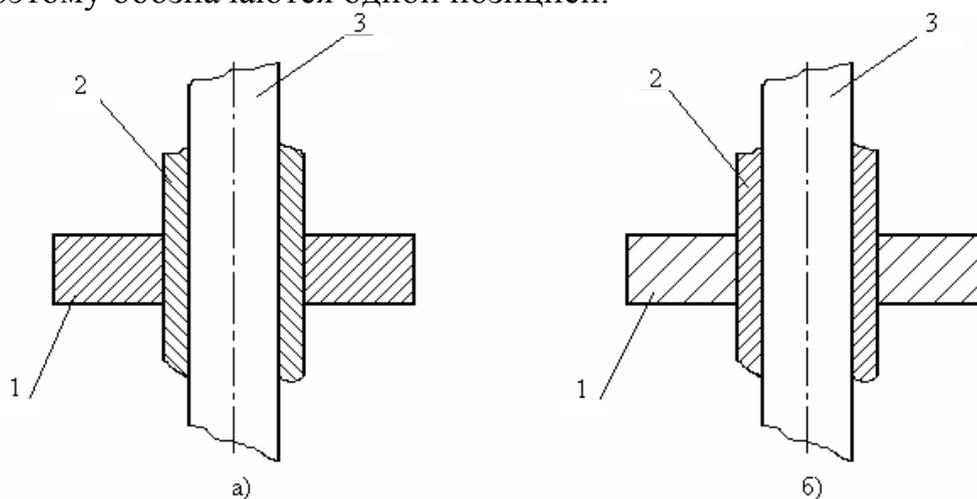


Рис. 6.9. Нанесение штриховки на сборочных чертежах

В случаях, когда сборка указанных деталей осуществляется в соответствии с данным сборочным чертежом, т.е. они входят в сборочный узел

детальями, каждая из которых имеет свою позицию, границы между деталями необходимо указывать (рис. 6.10, б). При этом на чертеже указывают знак Γ , обозначающий операцию сварки, если детали подлежат сварке.

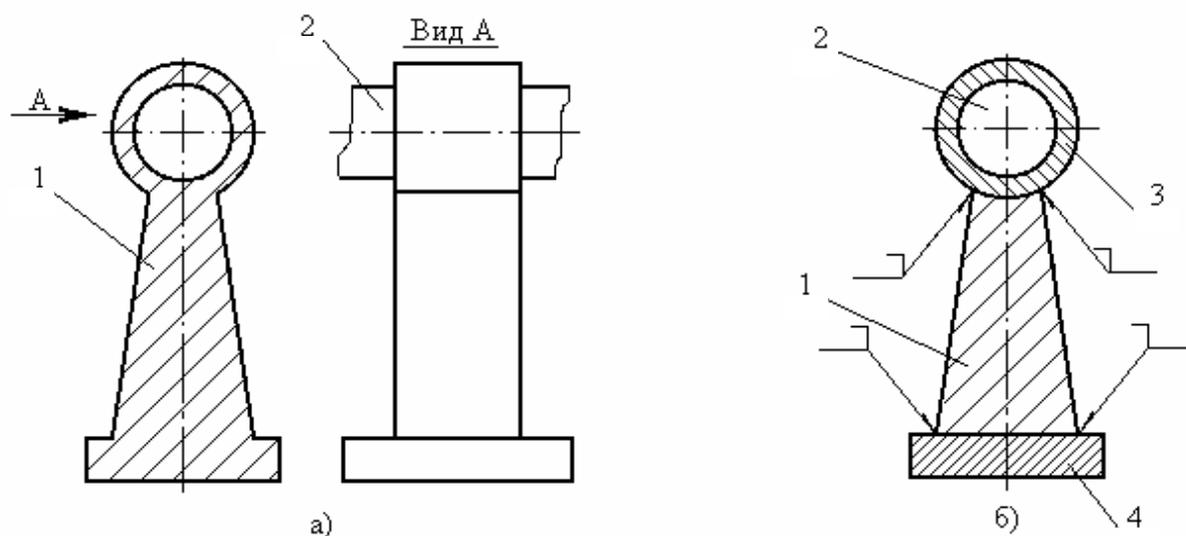


Рис. 6-10. Нанесение штриховки на чертежах сварных изделий

Следует заметить, что знак Γ наносят всегда одинаково, независимо от направления стрелки, указывающей шов.

Наклон линий штриховки на одном чертеже детали на разных изображениях должен сохраняться.

6.3. Правила нанесения размеров

Выполнив изображения, определяющие форму предмета, конструктор наносит на чертеж размеры и их предельные отклонения, а также допуски на форму и расположение поверхностей. При обозначении размеров конструктор должен не только знать требования по их оформлению, установленные стандартами ЕСКД, но и правильно выбрать номинальные размеры, правильно назначить, исходя из конструкции изделия, предельные отклонения, определенные стандартами на основные нормы взаимозаменяемости. При этом гарантированно должно обеспечиваться не только соединение отдельных деталей, но и собираемость всего изделия в целом. Для этого, назначая допуски на какую-либо деталь, нужно четко представлять с какими элементами изделия она взаимодействует. Не следует без

необходимости назначать очень жесткий допуск выполнение размера с таким допуском потребует высокоточного дорогостоящего оборудования и, как правило, дополнительных чистовых технологических операций, что увеличит трудоемкость изготовления и приведет к удорожанию изделия в целом. Кроме того, усложняется и процесс контроля такого допуска.

В машиностроении допуски обеспечивают взаимозаменяемость, позволяют осуществлять соединения с неподвижной, переходной и подвижной посадками. Допуски устанавливаются на номинальные размеры вала и отверстия (рис. 6.11).

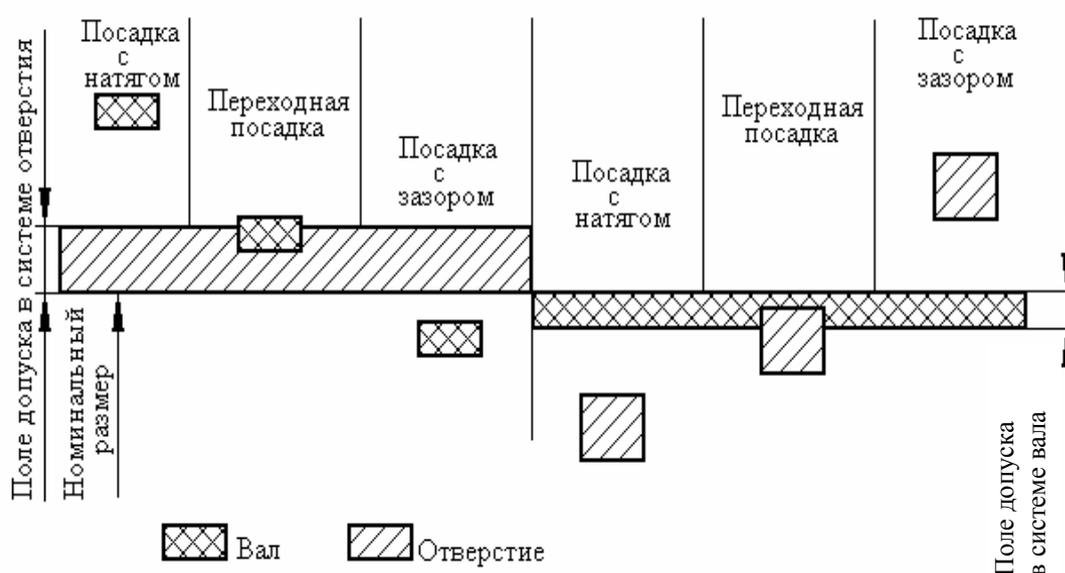


Рис. 6.11. Поля допусков деталей в системе вала и в системе отверстия

В системе отверстия нижнее предельное отклонение размера отверстия равно 0, а различные посадки получают изменением допуска вала. В системе вала верхнее предельное отклонение размера вала равно 0, а различные посадки получают изменением допуска отверстия.

Кроме основных норм на допуски конструктор при указании предельных отклонений использует в своей работе стандарты, устанавливающие допуски резьб, шлицевых, зубчатых, цепных передач, деталей из пластмасс и т.д.

При указании размеров конструктор должен учитывать не только возможность изготовления детали, но и ее технологию изготовления, кон-

троль размеров, покрытие детали, термообработку, шероховатость поверхностей, условия работы и т.д.

Покрытие детали, как правило, указывают в технических требованиях на чертеж. При выборе и назначении толщины покрытия следует, в первую очередь, обеспечить надежную защиту детали или узла от коррозии, а затем позаботиться о красивом наружном виде. Кроме того, необходимо учитывать, что покрытие на деталь наносится также с допуском, величина которого может быть соизмерима с некоторыми допусками на размеры покрываемой детали.

В случаях, когда толщина покрытия детали влияет на сопряжение деталей, конструктор должен указать сопрягаемый размер после покрытия. Такие размеры отмечают знаком * (звездочкой), а в технических требованиях приводят запись типа «* Размеры и шероховатость поверхности после покрытия».

Нанесение размеров и предельных отклонений. Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах установлены ЕСКД.

На чертеже должны быть указаны размеры всех элементов, выполняемых по данному чертежу. Чертеж является полностью законченным, автономным документом, однозначно описывающим выполненный на нем предмет.

Исключения составляют чертежи жгутов, выполненные в масштабе 1:1, когда монтаж жгута производится по изображению, как по шаблону; чертежи печатных плат, когда размеры расположения печатного монтажа определены координатной сеткой; детали изделий, элементы которых определяются плазом, при плазово-шаблонном методе производства.

Не указываются также стандартные элементы деталей, если на чертеже приведены их условные обозначения, определяющие размеры этих элементов: размеры центровых отверстий, шлицевых валов, отверстий.

Минимальное расстояние между размерной и основной линией изображения детали составляет 5 мм (надпись выполняется минимальным

шрифтом 3 мм, и по 1 мм остается на зазоры между надписью и линиями). Все размеры, в том числе и допуски, указываются в миллиметрах.

Если размерные линии в виде радиусов проводятся из одного центра, который указан на чертеже, то нужно не доводить до центра размерные линии, кроме крайних (рис. 6.12).

Если на чертеже следует показать, что поверхность является сферой, то слово «сфера» заменяется знаком \circ , который проставляют перед значком диаметра.

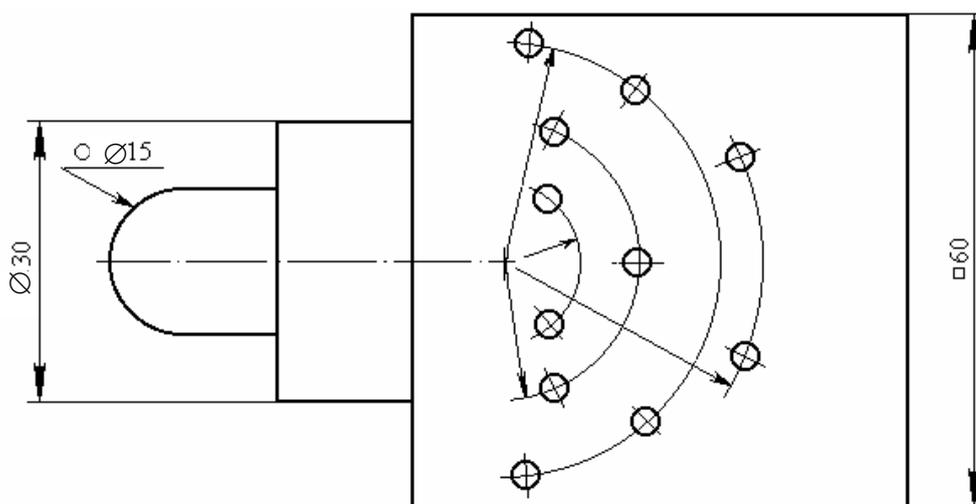


Рис. 6.12. Изображение на чертеже размерных линий, выходящих из одного центра

Если на чертеже изображен квадрат, то его можно обозначить одной размерной линией, поставив при этом знак \square .

Количество элементов детали, форма которых определяется несколькими размерами, указывают на полке линии-выноски, проведенной от этого элемента. При этом размерные линии проставляют только на одном элементе (рис. 6.13).

Расстояния между одинаковыми элементами указываются путем простановки одного размера между соседними элементами и общего раз-

мера между крайними элементами, полученного умножением размера между соседними элементами на их число в общем размере (рис. 6.14).

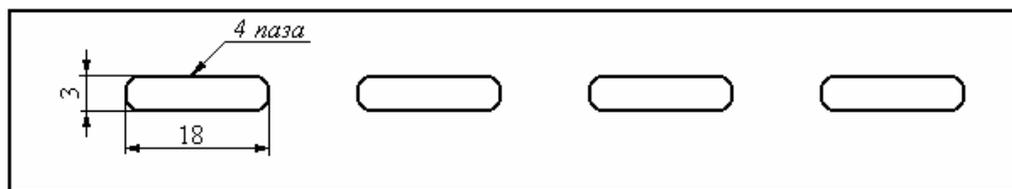


Рис. 6.13. Простановка размеров на одинаковых элементах детали

Если на чертеже помещена развертка детали, то на ней должны быть указаны только те размеры, которые не могут быть указаны на основных и дополнительных видах.

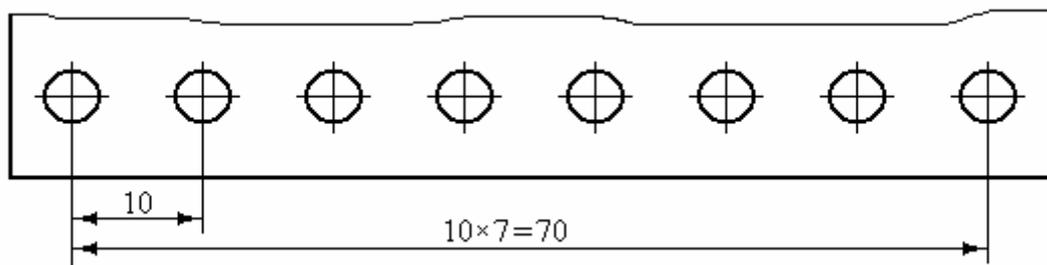


Рис. 6.14. Простановка размеров на расположение одинаковых элементов

Размерные линии, указываемые на чертеже, не должны пересекаться.

Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей. Правила указания допусков формы и расположения поверхностей на чертежах установлены ЕСКД. Стандарт устанавливает знаки допусков, правила построения условного обозначения, правила обозначения баз, зависимых допусков. В вводной части приведены стандарты, используемые конструктором в случае назначения на чертеже отклонений формы и расположения.

Допуски формы и расположения назначаются конструктором только в тех случаях, когда необходимость их указания определяется конструкцией изделия. При необходимости нормирования неуказанных допусков формы и расположения по ГОСТ 25069-81 в технических требованиях чер-

тежа должна быть сделана общая запись: «Неуказанные допуски формы и расположения – по ГОСТ 25069-81».

Если допуски формы параллельности и перпендикулярности на чертеже не указаны условным обозначением или текстом (по конструктивным соображениям нет необходимости их указывать), то отклонения формы и параллельности должны быть в пределах допуска на размер соответствующего элемента, а допуск перпендикулярности выполнен по ГОСТ 25069-81.

Допуски овальности и конусообразности оговаривают в технических требованиях чертежа.

6.4. Указание на чертежах обозначений шероховатости поверхностей, покрытий, термической и других видов обработки

Нанося размеры элементов деталей или после их нанесения, конструктор указывает на чертеже: параметры и характеристики шероховатости поверхностей (установленные ГОСТ 2789-73); обозначения покрытий (лакокрасочных в соответствии с ГОСТ 9.03-74 и металлических в соответствии с ГОСТ 9.073-77), а также показатели свойств материалов, полученных в результате обработки; обозначения сварных швов в соответствии со стандартами, устанавливающими конструктивные элементы и размеры сварных швов; обозначения соединений, получаемых пайкой, склеиванием, сшиванием, места нанесения маркировки и клейма.

Обозначение шероховатости поверхностей. Обозначения шероховатости поверхностей и правила их нанесения на чертежах установлены ГОСТ 2.309-73.

Если из конструктивных соображений конструктор устанавливает, что образование поверхности детали можно получить только удалением слоя материала, то для обозначения шероховатости применяют знак ∇ .

Если же конструктор устанавливает образование поверхности без удаления слоя материала и шероховатость этой поверхности необходимо оговорить, то в обозначении шероховатости должен быть применен знак \sphericalangle с обязательным указанием значения параметра шероховатости.

Обозначения шероховатости поверхностей приводят на чертежах только в случаях, когда исходя из функционального их назначения должны

устанавливаются требования к шероховатости. Если к поверхности не предъявляются данные требования, то на чертеже обозначение шероховатости не указывают.

Кроме того, на чертежах не оговаривают шероховатость поверхностей деталей, изготовленных из ворсистых материалов, например, войлока, фетра и т.п.

Если на чертеже требуется оговорить наименьшее значение параметров шероховатости, то после значения параметра шероховатости в обозначении следует указать «min», например $R_z 20 \min \sqrt{\quad}$.

В случае, когда все поверхности детали можно выполнить с одним значением шероховатости, на чертеже в правом верхнем углу ставится знак $\sqrt{\quad}$ с указанием этого значения шероховатости (рис. 6.15).

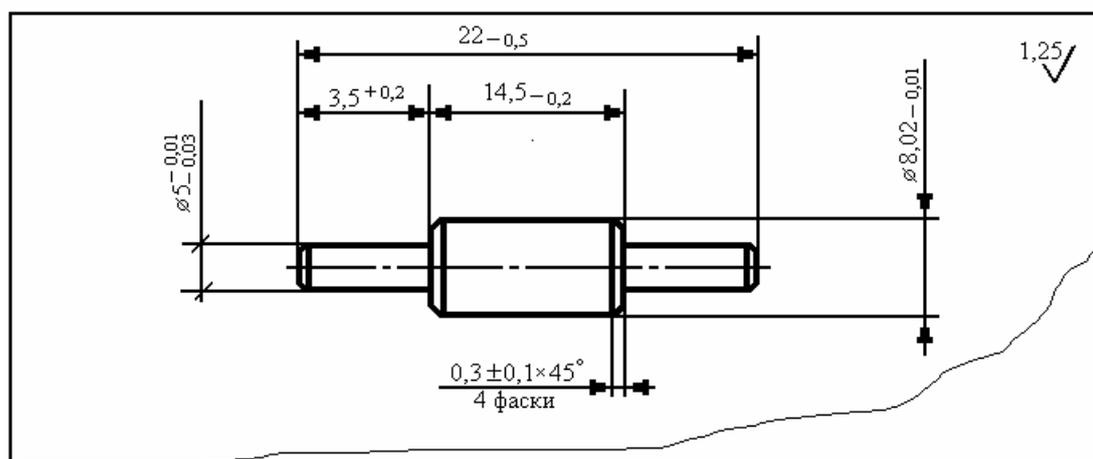


Рис. 6.15. Обозначение на чертеже одного значения шероховатости поверхностей

Можно одни значения параметров шероховатости поверхностей детали обозначать непосредственно на ее проекции, а другое значение, общее для оставшихся поверхностей, – в верхнем правом углу чертежа знаками $\sqrt{\quad}(\sqrt{\quad})$ (рис. 6.16). Следует заметить, что значок в скобках по размеру примерно в два раза меньше большего знака, а запись $R_z 20 \sqrt{\quad}(\sqrt{\quad})$ читается как «Эр зет двадцать все остальное».

Обозначение шероховатости симметрично расположенных элементов изделия указывают один раз на том элементе, где указаны размеры.

Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки. Правила нанесения на чертежах обозначений покрытий, а также показателей свойств материала деталей, получаемых в результате термической и других видов обработки, установлены ГОСТ 2.310-68.

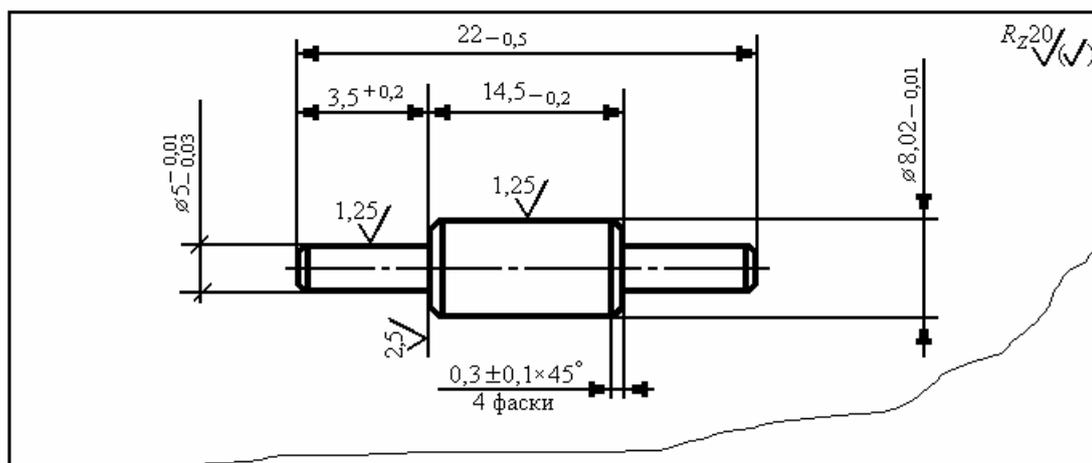


Рис. 6.16. Вариант обозначения на чертеже значений шероховатости поверхностей

Площадь покрытий на чертеже не оговаривается. При необходимости, например в случаях, когда покрытие детали осуществляется драгоценными металлами, площадь покрытия всегда можно определить (рассчитать), так как на чертеже указаны все ее размеры. Если с целью экономии драгоценных металлов ими следует покрывать только часть поверхности детали, то покрываемая поверхность должна быть обозначена на чертеже.

Требования к термической обработке деталей, как правило, указываются в технических требованиях.

Обозначения неразъемных соединений. Изображения и обозначения соединений, полученных клепкой, пайкой, склеиванием, сшиванием и металлическими скобками, установлены ГОСТ 2.313-82.

Знаки клееного шва и шва, полученного с помощью металлических скобок, в зависимости от направления линии-выноски следует размещать на чертеже так, как это показано на рис. 6.17.



Рис. 6.17. Размещение на чертеже знаков швов

Длина шва указывается на изображении детали или определяется этим изображением.

6.5. Технические требования на чертежах

Сведений, которые конструктор указывает непосредственно у изображений, как правило, бывает недостаточно для изготовления и контроля изделия или эти сведения невозможно и нецелесообразно выразить графически условными обозначениями, поэтому чертежи содержат текстовую часть, помещаемую над основной надписью (штампом чертежа). Причем, если чертеж выполняется на нескольких листах, то все технические требования указываются только на первом листе.

Технические требования излагают, группируя вместе однородные по своему характеру требования, например: требования к материалу, заменителям его, заготовке; требования к готовой детали, которые приобретает деталь в процессе изготовления; к настройке, регулированию; к контролю, испытанию и т.д.

Кроме того, в технических требованиях приводятся ссылки на другие конструкторские и нормативные документы.

Помимо технических требований на сборочных чертежах может быть приведена техническая характеристика.

Правила нанесения на чертежи надписей, технических требований и таблиц установлены ГОСТ 2.316-68.

Надписи на чертеже выполняют шрифтом по ГОСТ 2.304-81.

Если над основной надписью недостаточно места для текста технических требований, то, продолжая надпись, его размещают рядом с основной надписью в виде колонки шириной 185 мм. При этом нумерацию пунктов технических требований проставляют справа налево, сверху вниз. Если на чертеже помещается техническая характеристика, то нумерацию ее пунктов проводят самостоятельно.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды, разрезы, сечения и требования необходимо указывать на чертежах?
2. Что способствует удобству нанесения размеров и других данных при выполнении чертежей мелких деталей?
3. В каких случаях допускается отступление от принятого масштаба в процессе разработки чертежа?
4. Какую надпись следует поместить непосредственно над каждым изображением, масштаб которого отличен от масштаба первого листа?
5. Вдоль какой стороны следует располагать штамп на формате А4?
6. Что указывается в графах «Лист» и «Листов» штампа при выполнении чертежа на одном листе?
7. Что указывается в графах «Лист» и «Листов» штампа при выполнении чертежа на нескольких листах?
8. Как предпочтительно следует располагать виды, разрезы и сечения тел вращения относительно фронтальной плоскости проекции?
9. Как изображается отверстие в сечении?
10. Как выполняется штриховка неметаллической детали?
11. Каким знаком на чертежах указывается операция сварки?
12. Почему без необходимости не следует задавать очень жесткие допуски на размеры детали?
13. В каком месте чертежа, как правило, указывают покрытие детали?

14. Чем следует руководствоваться при выборе и назначении толщины покрытия детали?
15. Как следует поступить конструктору в случае, когда толщина покрытия детали влияет на ее сопряжение с другой деталью?
16. В каком месте чертежа указывают количество одинаковых элементов детали, форма которых определяется несколькими размерами?
17. Какие размеры указываются на чертеже развертки детали?
18. В каком случае на чертеже конструктором назначаются допуски формы и расположения поверхностей?
19. Каким знаком на чертеже обозначаются шероховатости поверхностей детали?
20. Оговаривается ли на чертеже площадь покрытий?
21. В каком месте чертежа указываются, как правило, требования к термической обработке деталей?
22. Зачем в чертеж помещают текстовую часть, размещаемую над основной надписью (штампом чертежа)?
23. Каким образом излагают технические требования на чертеже?
24. По каким признакам группируют технические требования чертежа?
25. Можно ли в технических требованиях приводить ссылки на какие-либо нормативные или конструкторские документы?
26. Что нужно сделать в случае, когда над основной надписью (штампом) недостаточно места для текста технических требований?

Глава 7

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЧЕРТЕЖЕЙ И ПРАВИЛА ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

7.1. Выполнение отдельных видов чертежей

Правила выполнения графических конструкторских документов в стандартах ЕСКД устанавливаются в зависимости: от вида изделия (деталь, узел и т.д.), вида производства (вспомогательное, единичное, серийное, массовое), стадии разработки (проектная, рабочая), назначения конструкторского документа (для изготовления изделия, ремонта и т.д.), исполнения (единичное, групповое), конструктивных особенностей изделий [2].

Общие требования к рабочим чертежам. Рабочие чертежи должны содержать всю необходимую информацию для работы по ним на любом предприятии без их переработки, обеспечивать учет, хранение, обращение, внесение изменений, не ограничивать технологов в выборе технологического процесса за исключением случаев, когда технологические указания являются единственными, гарантирующими требуемое качество изделия.

Чертежи выполняются на форматах, установленных ГОСТ 2301-68, должны иметь основную надпись по ГОСТ 2.104-68, содержать изображение изделия, его размеры, требования к материалу готового изделия, требования к обработке поверхностей, а также другие данные, необходимые для изготовления и контроля изделия [2].

На чертежах допускаются ссылки на государственные, республиканские, отраслевые стандарты и технические условия, если требования, установленные в них, однозначны. На чертежах изделий вспомогательного производства возможны ссылки и на стандарты предприятий.

На документы, устанавливающие форму и размеры конструктивных элементов, делают ссылки, если в этих документах установлены условные обозначения и они, как правило, выполняются специальным инструментом. В остальных случаях форма и размеры таких элементов должны быть приведены на чертеже.

Чертежи деталей. Чертеж детали является основным документом, поэтому все данные для изготовления и контроля детали должны быть на чертеже.

Рабочие чертежи, как правило, разрабатываются на все детали, входящие в состав изделия. Исключение составляют случаи, перечисленные в п. 2.1 ГОСТ 2.109-73, и тогда все данные для изготовления таких деталей указывают в спецификации и на сборочном чертеже изделия. Рабочий чертеж детали должен содержать: изображения детали, на которых должны быть указаны размеры всех элементов, шероховатость поверхностей и т.п.; технические требования. В них оговариваются все необходимые данные, предъявляемые к готовой детали (требования к покрытию, твердости и т.п.). В основной надписи должен быть указан материал готовой детали, ее наименование, обозначение, масса и т.д. (рис. 7.1).

На рабочем чертеже во всех случаях деталь изображают в том виде, в каком она поступает на сборку. Исключение составляют детали, при изготовлении которых предусматривается припуск на последующую обработку отдельных ее элементов после сборки. Такие детали изображают в том виде, какой они будут иметь после обработки по сборочному чертежу, и в этом случае размеры элементов, получаемых по сборочному чертежу, на чертеже детали заключают в круглые скобки, а в технических требованиях делают запись: «Размеры в скобках – после сборки».

На каждом чертеже указывают условное обозначение марки материала по соответствующему стандарту на этот материал, а в случае, когда деталь изготавливают из определенного профиля, материал указывается на чертеже по стандарту на сортамент. Допускается в условном обозначении материала не указывать группу точности, плоскостность, вытяжку, обрезку кромок, длину, ширину листа и другие параметры, если они не влияют на эксплуатационные качества изделия (детали). При этом общая последовательность записи данных, установленная стандартами или техническими условиями на материалы, должна сохраняться.

В соответствии с правилом ГОСТ 2.109-73 (п. 2.5) на чертежах деталей, изготавливаемых гибкой, развертку не приводят, если форма и размеры готовой детали определены на основных изображениях. В этих случаях развертку придают в технологической документации, так как в зависимости от технологии действительные размеры развертки могут отличаться от расчетных (конструктивных).

Развертки деталей, изготавливаемых гибкой, могут быть приведены на чертеже в следующих случаях:

- когда форма и размеры готовой детали не могут быть определены на основных изображениях;
- на чертежах изделий единичного и вспомогательного производств.

Чертежи сборочные. Чертежи сборочных единиц предназначены для сборки изделия.

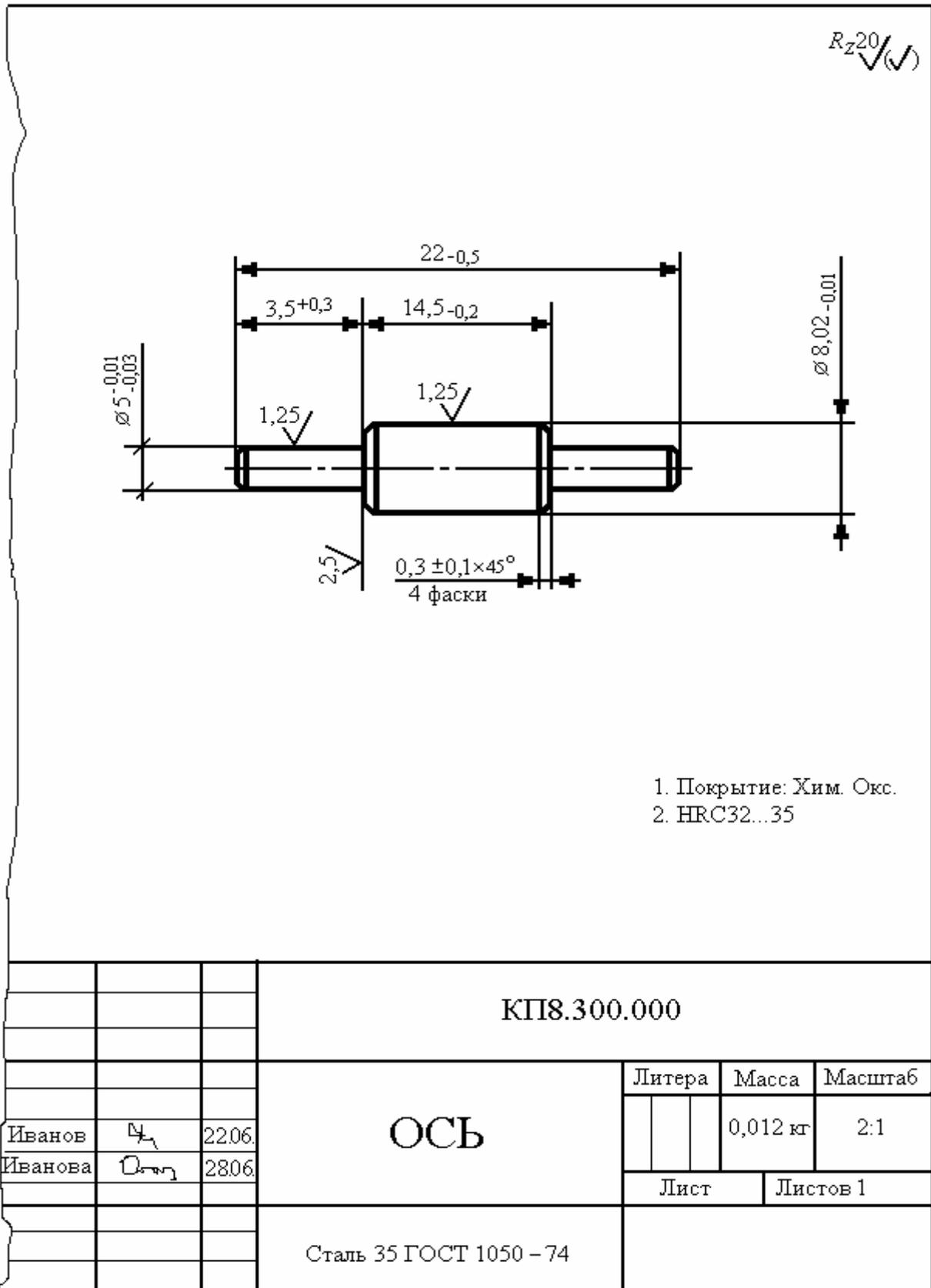


Рис. 7.1. Вид чертежа детали

На сборочном чертеже должны быть изображены все соединяемые составные части, даны размеры и другие параметры, которые должны быть выполнены по данному чертежу.

Сборочный чертеж должен иметь спецификацию, в которую помещаются все необходимые данные об этом чертеже: перечень входящих узлов и деталей с указанием номеров их позиций, названий и т.п. (рис. 7.2).

Спецификация начинается с раздела «Документация», в который входит обозначение сборочного чертежа.

Далее следует раздел «Сборочные единицы», в котором дается обозначение, название и количество сборочных узлов, входящих в данный сборочный чертеж. При этом в графе «Формат» указывается не формат, на котором выполнен данный сборочный узел, а формат спецификации, принадлежащей данному сборочному чертежу.

Затем идет раздел «Детали», в котором указываются обозначение, название и количество деталей, входящих в данный сборочный чертеж.

После этого следуют остальные разделы: стандартные изделия, материалы и т.д., если таковые имеются.

Заметим, что при составлении спецификации сначала записываются в графе «Обозначение» десятичные номера узлов и деталей в порядке их возрастания, а потом каждому узлу и детали присваиваются соответствующие позиции путем проставления последних по порядку сверху вниз.

После нумерации позиций их номера указываются на сборочном чертеже, которому принадлежит данная спецификация.

Если спецификация размещена на нескольких листах, то на ее первом листе (в штампе) дается количество листов спецификации, а на последующих выполняются малые штампы, в которых указываются соответствующие номера листов по порядку их следования (см. рис. 6.4).

Сборочные чертежи выполняются с допускаемыми упрощениями. Разрешается на сборочных чертежах не показывать:

- фаски, округления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием;
- составные части, частично закрытые другими частями;
- надписи на табличках и т.п.

Количество сборочных чертежей должно быть минимальным, но достаточным для рациональной сборки изделия и его производства.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
				<u>Документация</u>				
A3			КП 6. 120. 511 СБ	Сборочный чертеж				
				<u>Сборочные единицы</u>				
A4		1	КП 5. 764. 010	Катушка	1			
A4		2	КП 6. 120. 512	Плата	1			
A4		3	КП 6. 660. 000	Ротор	1			
				<u>Детали</u>				
A3		4	КП 7. 771. 002	Башмак	2			
A4		5	КП 8. 130. 062	Колонка	3			
A4		6	КП 8. 223. 268	Втулка	2			
A4		7	КП 8. 314. 111	Ось	1			
A3		8	КП 8. 362. 121	Фиксатор	1			
A3		9	КП 8. 470. 135	Триб	1			
				<u>Стандартные изделия</u>				
		10		Винт В М1,6 – 6g × 4.36.013				
				ГОСТ 1491 – 80	4			
			КП 6. 120. 511					
			ПЛАТА			Лит.	Лист	Листов
								1

Рис. 7.2. Спецификация к сборочному чертежу

Не выпускают сборочные чертежи на физически не существующие сборочные единицы.

Имеются особенности выполнения сборочных чертежей изделий, изготавливаемых наплавкой металла на деталь или заливкой ее металлом, сплавом, пластмассой, резиной и другими материалами. На чертежах этих сборочных единиц указывают размеры готовой сборочной единицы, т.е. все размеры элементов, образующих новую форму изделия, при этом допускается не выполнять чертеж на деталь или арматуру (рис. 7.3). Наплавляемый металл, сплав, пластмассу, резину и другие материалы, которыми заливают арматуру, записывают в спецификацию в раздел «Материалы». Фрагмент такой спецификации на указанный сборочный чертеж представлен на рис. 7.4.

Чертежи габаритные. Габаритные чертежи не предназначены для изготовления по ним изделий и не содержат данные для изготовления и сборки. Они необходимы для согласования габаритов изделия с габаритами других изделий при монтаже или установке. Их используют также при выполнении чертежей упаковок и при составлении документации, необходимой для транспортировки изделия. На габаритном чертеже изображение изделия выполняют с максимальными упрощениями. Количество видов должно быть минимальным, но достаточным для представления внешнего вида изделия, положения его выступающих и перемещающихся частей. На габаритный чертеж наносят габаритные размеры изделия, установочные и присоединительные размеры.

В случае необходимости на габаритном чертеже допускается приводить данные о хранении, транспортировке и эксплуатации изделия.

Габаритные чертежи на сборочные единицы – составные части других сборочных единиц необходимо составлять только в случаях, когда они являются объектами самостоятельной поставки.

Чертежи монтажные. Монтажный чертеж служит основным документом, по которому осуществляется монтаж изделия на месте его эксплуатации. Он должен содержать изображение монтируемого изделия, изделий, применяемых при монтаже, а также полное или частичное изображение устройства (в виде обстановки), на котором осуществляется монтаж изделия; установочные и присоединительные размеры с предельными отклонениями; перечень составных частей, необходимых для монтажа; технические требования к монтажу изделия.

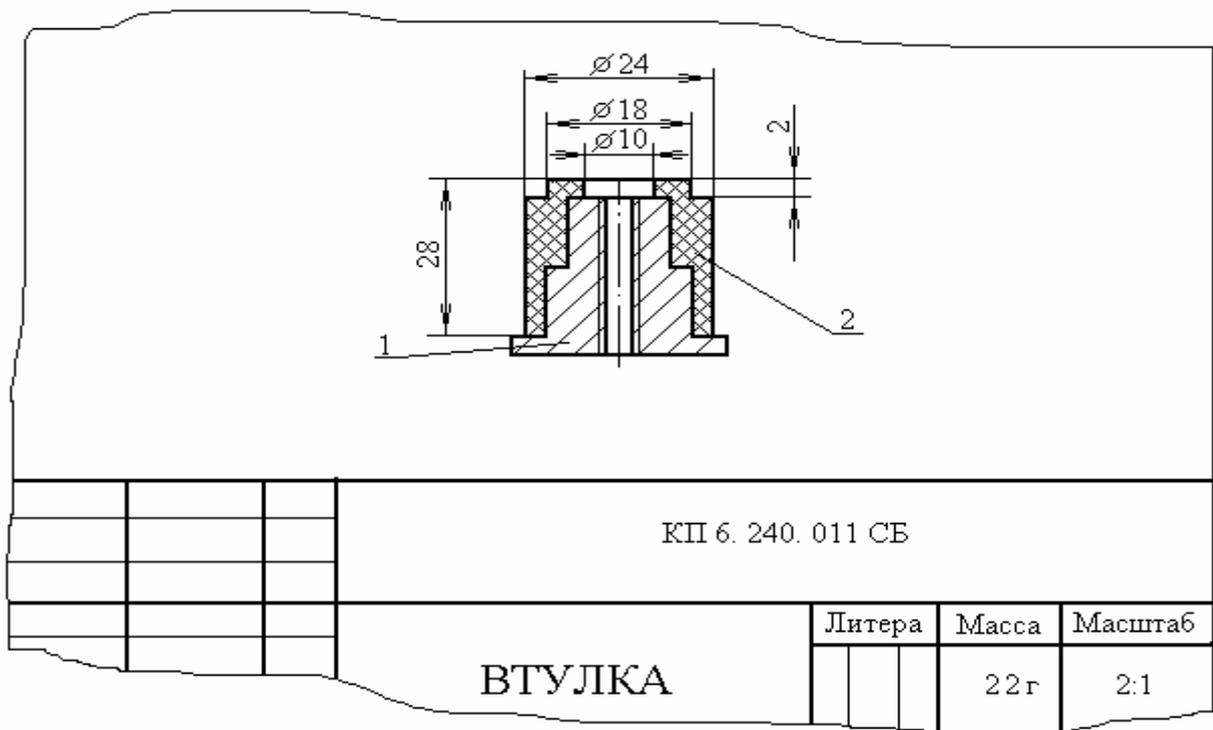


Рис. 7.3. Сборочный чертеж

				<u>Документация</u>	
A4		КП 6. 240. 011	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>	
A4	1	КП 8. 223. 266	Втулка	1	
				<u>Материалы</u>	
	2	Сополимер СФД Ту6-05-1543-79			11г

Рис. 7.4. Фрагмент спецификации на сборочный чертеж детали

Монтируемое изделие изображают на монтажном чертеже упрощенно, показывая его внешние очертания. Подробно показывают только те элементы конструкции, которые необходимы для правильного монтажа изделия. Вместо перечня составных частей допускается указывать их обозначения непосредственно у изображения на полках линий-выносок.

На изделия, при помощи которых осуществляется монтаж основного изделия, выпускают чертежи деталей, сборочные чертежи, они записываются в спецификацию монтажного комплекта.

Каждому чертежу присваивается номер в соответствии с алфавитным указателем к классификатору, который затем проставляется в штампе чертежа.

7.2. Правила выполнения чертежей различных изделий

Четвертая группа стандартов ЕСКД объединяет стандарты, устанавливающие правила выполнения чертежей различных изделий.

Правила, устанавливаемые стандартами этой группы, можно условно разделить на три группы:

- правила выполнения условных изображений отдельных изделий (пружин, зубчатых колес, магнитопроводов, подшипников качения, трубопроводов и др.);

- выполнения отдельных видов чертежей конкретных изделий (пружин, зубчатых колес, печатных плат, звездочек для различных типов цепей и др.);

- устанавливающие организацию проектирования отдельных изделий (трубопроводных систем, изделий с электромонтажом, упаковки).

ГОСТ 2.401-68 определяет как условные изображения пружин на сборочных чертежах, так и правила выполнения конкретных рабочих чертежей пружин в зависимости от их конструктивных особенностей. В стандарте даны примеры выполнения пружин различных видов с информацией, помещаемой на чертеже, а также единый порядок изложения технических требований на рабочих чертежах пружин.

Выполнение чертежей пружин. В соответствии с требованиями стандарта на чертеже пружины приводят диаграмму испытаний с контролируемыми силовыми параметрами, на которой показывают зависимость нагрузки от деформации или деформации от нагрузки.

Так как пружина – элемент конструкции, обязательно испытывающий какую-либо нагрузку, то для ее характеристики необходимо знать, какую нагрузку она должна выдержать или какую деформацию обеспечить.

В зависимости от условий работы пружины в изделии можно задать ее параметры:

- соответствующие предварительной деформации, отмечаемые индексом 1 (например, если пружина удерживает вес клапана);
- рабочей деформации, отмечаемые индексом 2 (пружина продолжает деформироваться при поступательном движении клапана);
- максимальной деформации, отмечаемые индексом 3 (происходит смыкание витков). Диаграмма такой пружины показана на рис. 7.5.

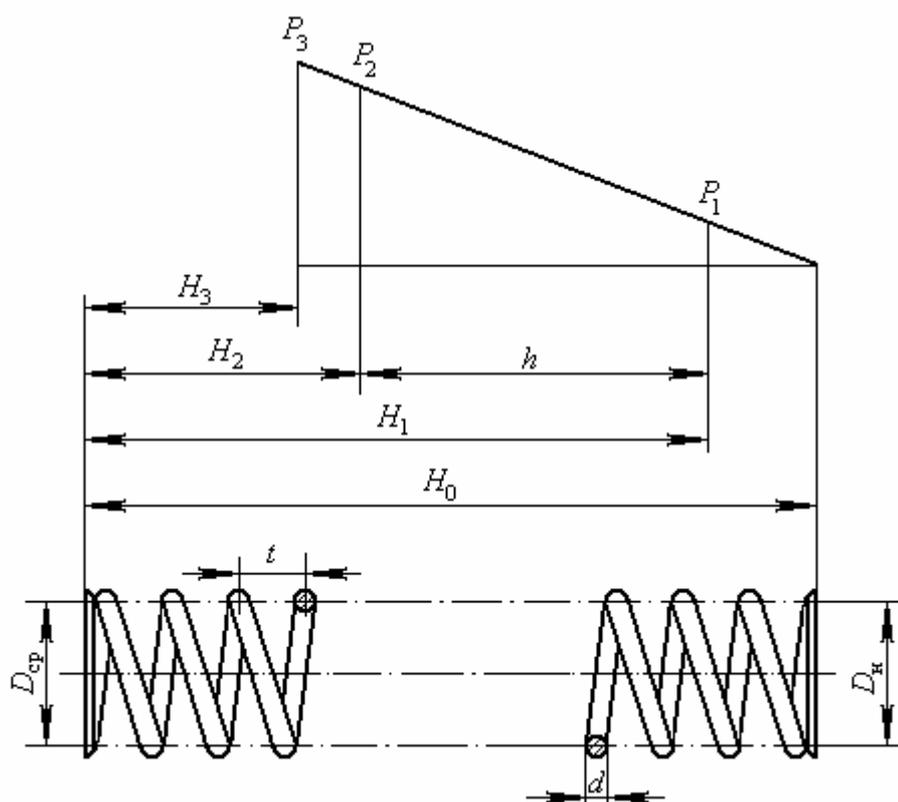


Рис. 7.5. Диаграмма пружины

Для данного случая построение диаграммы обязательно.

В тех случаях, когда для характеристики пружины достаточно знать только рабочую деформацию, диаграмму испытаний допускается не при-

водить, но в технических требованиях чертежа следует обязательно указать один исходный и зависимый от него параметр. Например:

– для пружины сжатия – силу пружины P_2 и осевую деформацию пружины F_2 (или высоту пружины под нагрузкой H_2);

– пружины кручения – момент силы M_2 и угловую деформацию пружины φ_2 .

В результате можно сказать, что обязательная информация для чертежа пружины любого вида – это ее характеристики, соответствующие рабочей деформации. Способ задания этих характеристик в зависимости от условий работы пружины выбирает разработчик чертежа пружины – в виде диаграммы испытаний или в технических требованиях чертежа.

При изображении витых пружин на рабочих чертежах следует помнить, что винтовые пружины сжатия и растяжения изображаются с правым направлением навивки и осью симметрии, расположенной горизонтально. Если пружина имеет левое направление навивки, то в технических требованиях указывают: «Направление навивки пружины левое».

Пружину кручения изображают так же – с горизонтально расположенной осью симметрии, но с требуемым направлением навивки.

Выполнение чертежей жгутов, кабелей и проводов. Стандартом даны определения этих понятий и указаны виды этих изделий.

Жгут – изделие, состоящее из двух и более изолированных проводников, соединенных сплетением, связыванием или другим способом до проведения электромонтажа. В качестве изолированных проводников могут быть использованы провода, кабели или те и другие материалы. В состав жгута могут входить и другие составные части, такие как наконечники, разъемы и соединительные устройства.

Из определения ясно, что жгут – сборочная единица и должен иметь спецификацию и сборочный чертеж. Жгут записывают в спецификацию изделия, для электромонтажа которого его используют, в раздел «Сборочные единицы».

Кабель – кусок готового материала с количеством жил, зависящим от его типа и установленным в документе на его поставку. Кабель по виду изделия может быть деталью или сборочной единицей.

Деталь – кусок кабеля определенной марки и установленных размеров. Такая составная часть изделия может учитываться как деталь или как материал.

Сборочная единица – кусок кабеля в виде детали или материала с соединительными устройствами, наконечниками и другими составными частями. В соответствии со стандартом масштаб изображения жгута на чертеже выбирает разработчик в зависимости от размеров и сложности жгута.

В настоящее время следует пользоваться упрощенными и условными изображениями проводников и соединительных устройств, входящих в состав жгута, так как это дает возможность сократить сроки разработки конструкторских документов.

Ряд допущений, указанных в стандарте, позволяет упростить документы. Так, изображение жгута в масштабе 1:1 позволит не указывать на чертеже его размеры вообще, а если есть участки жгута, изображенные с разрывом, – приводить только их размеры.

Если же чертеж жгута должен быть выполнен на двух и более листах, то на первом следует в масштабе уменьшения дать изображение ствола жгута с началом ответвлений от него. На последующих листах полное изображение разветвлений групп проводов предпочтительно давать в масштабе 1:1.

Следует помнить, что жгут предназначен для установки в определенном изделии для соединения элементов в цепи, обусловленных электрической принципиальной схемой изделия, а при ее отсутствии – схемой соединений. Поэтому на чертеже жгута должны быть следующие обозначения:

- позиционные обозначения соединительных устройств, присвоенные им на соответствующей схеме. Эти обозначения указывают на изображении устройств или рядом с ними;

- обозначения проводников, присвоенные им на чертеже для электромонтажа, а если его нет, то на электрической схеме соединений изделия. Эти обозначения указывают около обоих концов изображения проводника (при необходимости и у мест их разветвления) или на изображении маркировочной бирки.

Если применяют условное изображение жгута (без показа присоединения отдельных проводников к соединительным устройствам), то обозначения проводников на изображение не наносят, а указывают в соответствующих таблицах присоединений, помещаемых на поле чертежа.

Выполнение электрических схем. Правила выполнения электрических схем изделий устанавливает ГОСТ 2.702-75. Их применяют для сле-

дующих типов схем: структурных, функциональных, принципиальных, соединений, подключения, общих и расположения.

На структурной схеме в виде прямоугольников должны быть изображены все основные функциональные части изделия (рис. 7.6), которые показывают, как правило, без учета их действительного расположения и подробностей. Однако графическое построение схемы должно наглядно демонстрировать взаимодействие функциональных частей в изделии.

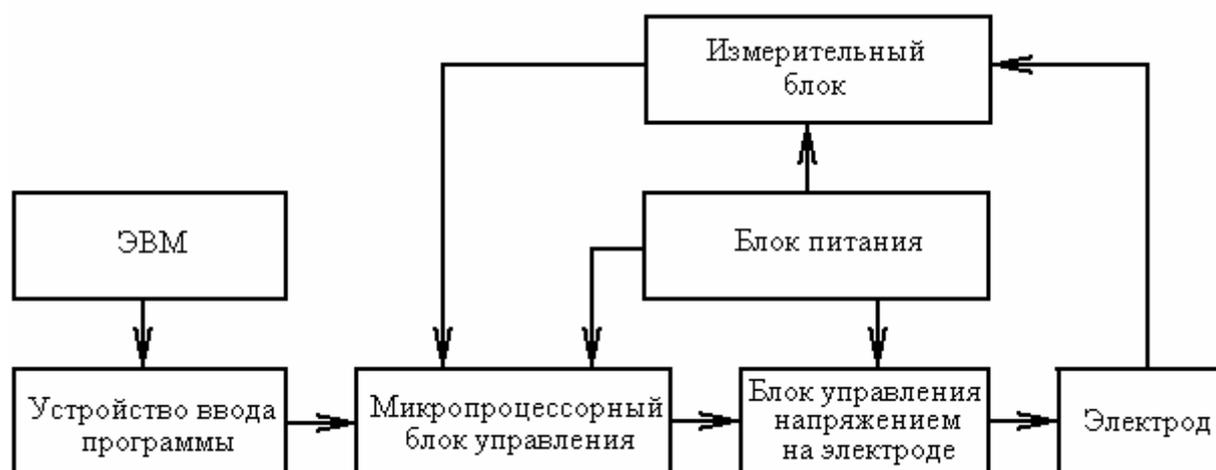


Рис. 7.6. Структурная схема устройства

На схеме должны быть представлены взаимосвязи электрические и при необходимости механические, существующие между функциональными частями. На линиях взаимосвязи можно стрелками показать направление хода процессов, происходящих в изделии. Для каждой функциональной части изделия указывают наименование, но можно указать тип элемента и (или) обозначение документа, на основании которого этот элемент применен. Все эти сведения, как правило, вписывают внутрь условного графического обозначения (УГО) элемента. При большом количестве функциональных частей указанные сведения допустимо помещать в таблицы, при этом функциональные части следует обозначить порядковыми номерами, чтобы была однозначная связь с таблицей.

На схемах разрешается помещать информацию о конструктивном расположении функциональных частей, устройств, элементов в изделии, а также указывать другую информацию, например, величины токов, математические зависимости и др. Эти пояснения не должны мешать наглядности схемы.

Функциональные схемы предназначены для разъяснения процессов, происходящих в изделии в целом, а также в отдельных функциональных частях. Поэтому для одного изделия может быть выпущено несколько функциональных схем.

На функциональных схемах должны быть изображены все функциональные части, элементы, необходимые для разъяснения происходящих в изделии процессов, и показаны связи между ними.

Функциональные части, устройства, элементы и связи изображают независимо от их действительного расположения в изделии в виде УГО, установленных в стандартах ЕСКД, или прямоугольников.

Функциональный процесс, как правило, представляют слева направо и (или) сверху вниз.

В схеме допускается приводить необходимые пояснения, места установки, диаграммы, таблицы и параметры физических величин в характерных точках.

В стандарте установлены правила присвоения обозначений функциональным группам, устройствам, элементам.

Принципиальная схема определяет полный состав элементов, устройств в изделии, все электрические связи между ними, необходимые для осуществления электрических процессов и их контроля. Она дает детальное представление о принципах работы изделия. На схеме изображают соединители, зажимы и т.п., которыми заканчиваются входные и выходные цепи, а также можно показать соединительные и монтажные элементы в изделии, устанавливаемые по конструктивным соображениям.

Элементы, устройства, цепи на схеме размещают, как правило, на параллельных горизонтальных и вертикальных линиях без учета их действительного расположения. Обычно размещение выполняют сверху вниз, слева направо.

На схеме могут быть изображены в виде УГО или упрощенных очертаний отдельные элементы кинематики, гидравлики, оптики и т.п., функционально связанные в изделии с электрическими элементами. Разрешается изображать отдельные элементы, не входящие в изделие, на которое составляется схема, но необходимые для разъяснения принципов его работы.

Размещение УГО элементов, устройств должно определяться удобствами чтения схемы, а также необходимостью изображения электрических связей линиями минимальной длины и с наименьшим количеством пересечений.

На схемах допускается выделять штрихпунктирной линией:

- функциональные группы элементов, совместно выполняющих в изделии определенную функцию;
- группы элементов, конструктивно объединенных;
- устройства, устанавливаемые на месте эксплуатации.

Если на схеме повторяются одинаковые элементы, устройства, то разрешается один элемент (устройство) изображать полностью, а остальные упрощенно в виде прямоугольников так, как это показано на рис. 7.7.

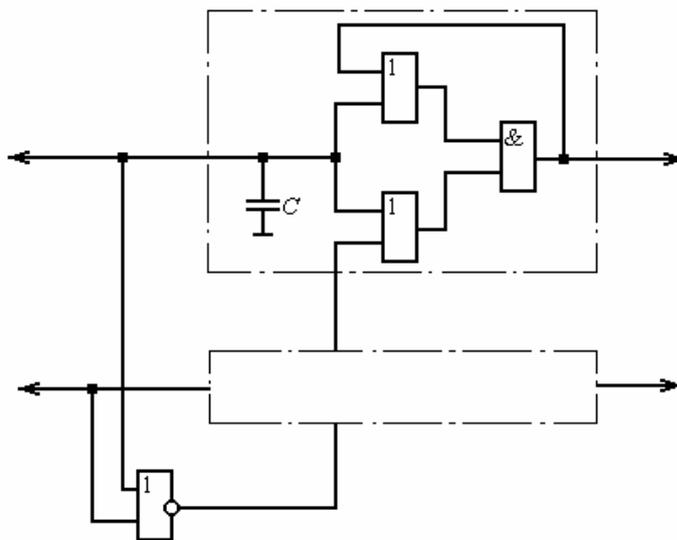


Рис. 7.7. Изображение на чертеже одинаковых устройств схемы

Элементы, устройства на схемах допускается изображать следующими способами:

- совмещенным, при котором части элемента (устройства) изображают совместно;
- разнесенным, при котором составные части элемента изображают на схеме без учета конструктивного взаимодействия составных частей;
- строчным, при котором УГО элементов, устройств и их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно по прямой линии, а отдельные цепи образуют параллельные строки.

При разнесенном способе допускается изображать несколько составных частей элемента с механической связью, т.е. со штриховой линией, указывающей на принадлежность их к одному элементу. Например, раздельно в разных местах схемы могут быть изображены: обмотка и контактные группы реле, контакты соединителей, половины комбинирован-

ных радиоламп, секции многосекционных конденсаторов, двоичные логические элементы и т.п. (рис. 7.8, а, б).

Если в схеме несколько элементов подключены к цепям одинаковой полярности и равного потенциала, то допускается линии электрической связи не проводить, а подключение элементов показывать простановкой полярности или общей шиной (рис. 7.8, в).

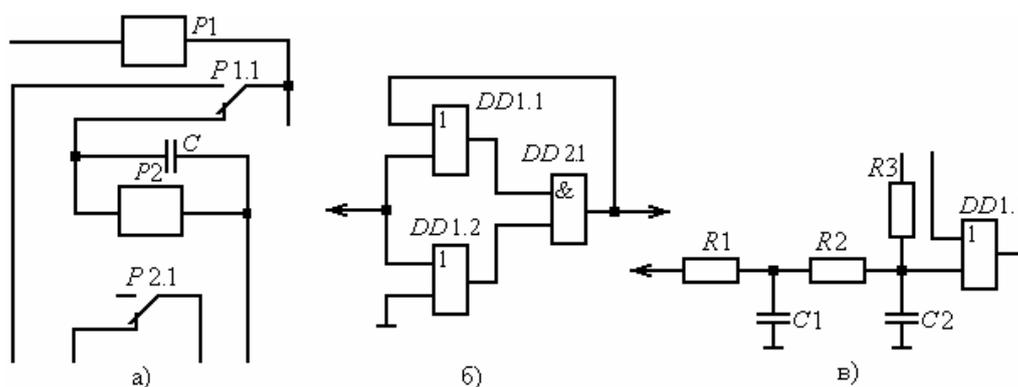


Рис. 7.8. Изображение элементов на чертеже

Всем изображенным на схеме элементам должно соответствовать буквенно-цифровое позиционное обозначение. Буквы и цифры позиционного обозначения выполняют одним размером шрифта.

Позиционное обозначение элемента проставляется рядом с УГО сверху или справа.

Рядом с УГО элементов на схеме допускается указывать номинальные величины их основных параметров (емкость, сопротивление и т.п.) или сокращенное наименование элемента.

На схеме можно помещать поясняющие надписи и указывать в характерных точках величины токов, напряжений, уровни сигналов и т.п.

На схеме приводят характеристики входных и выходных цепей изделия (частота, напряжение, сила тока и т.п.), а также параметры, подлежащие измерению на контрольных точках схемы. В случае невозможности указания характеристик или параметров должны быть даны наименования цепей или контролируемых величин.

При конструировании сложных устройств, состоящих из нескольких конструктивно обособленных функциональных частей, рекомендуется для

каждой из этих частей выполнять отдельную принципиальную электрическую схему.

При выполнении схем на изделие, в состав которого входят устройства, имеющие собственные принципиальные схемы, эти устройства рассматриваются как элемент схемы. Их изображают следующим образом:

- в виде прямоугольника, внутри которого помещают таблицы с характеристиками или наименованиями входных и выходных цепей, клеммных плат и т.п., с приведенными около них характеристиками цепей;

- в УГО изображенных устройств могут быть полностью, частично, упрощенно показаны их принципиальные или функциональные электрические схемы;

- внутри или над УГО таких устройств рекомендуется проставлять их полное или сокращенное наименование.

Для сложных изделий принципиальную электрическую схему допускается выполнять в виде нескольких схем, выделяя в отдельные схемы цепи питания, управления и контроля, цепи блокировки, сигнализации и т.п., при этом:

- отдельные элементы могут быть повторно изображены на нескольких схемах;

- присвоение позиционных обозначений должно быть сквозным по всему изделию;

- каждая такая схема должна содержать перечень элементов, в который вписывают элементы с присвоенными на данной схеме позиционными обозначениями;

- около повторных УГО элементов в дополнение к позиционным обозначениям или вместо них допускается указывать сокращенное наименование элемента или значения его параметров.

Иногда на сложное устройство принципиальная схема может быть выполнена на нескольких листах (например, на отдельных листах помещают схемы цепей питания, цепей управления и т.д.), при этом:

- перечень элементов будет общим, единым для всей схемы;

- отдельные элементы могут быть повторно изображены на разных листах схемы;

- при присвоении элементам позиционных обозначений следует соблюдать сквозную нумерацию в пределах изделия;

- повторяющиеся элементы должны иметь присвоенные им ранее позиционные обозначения или их наименования, или значения параметров.

В стандарте подробно рассмотрены:

- присвоение позиционных обозначений элементам, устройствам, функциональным группам и их построение;
- способы указания характеристик входных и выходных цепей изделия;
- записи в перечень элементов, подбираемых при регулировании элементов, и др.

В заключение следует заметить, что соединения между функционально связанными элементами должны быть короткими, чтобы связь была очевидной.

Вопросы для самоконтроля

1. Какую информацию должны содержать рабочие чертежи?
2. Что содержит чертеж детали?
3. В каком виде изображается деталь на рабочем чертеже?
4. Для чего предназначены чертежи сборочных единиц?
5. Какой документ прилагается к каждому сборочному чертежу?
6. В какой последовательности записываются узлы и детали в спецификацию?
7. Какие упрощения допускаются при выполнении сборочных чертежей?
8. Какие существуют особенности выполнения сборочных чертежей изделий, изготовляемых наплавкой металла на деталь или заливкой ее металлом, сплавом, пластмассой, резиной и другими материалами?
9. Для чего предназначаются габаритные чертежи?
10. Для чего используются монтажные чертежи?
11. Как в чертеже задаются параметры пружины?
12. Как на структурной схеме выполняются основные функциональные части изделия?
13. Что включает в себя функциональная схема изделия?
14. Что определяет принципиальная схема изделия?
15. Как на чертеже обозначаются одинаковые устройства схемы?
16. Можно ли на принципиальной схеме изделия помещать поясняющие надписи?
17. Как на схемах выполняются соединения между функционально связанными элементами?

Глава 8

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ИЗДЕЛИЯ

8.1. Компоновочный чертеж изделия

Конструкторское проектирование начинается с построения общей компоновки изделия, которая позволяет определить взаимное положение отдельных узлов и деталей. При этом оцениваются также такие характеристики изделия, как удобство эксплуатации, ремонта, хранения и т.д. При выявлении недостатков, ухудшающих перечисленные показатели, компоновку изделия изменяют, следя за тем, чтобы при этом не нарушились основные технические характеристики, с учетом которых была выполнена компоновка.

Как правило, указанные требования к компоновке изделия противоречивы, что затрудняет их комплексную реализацию в изделии. Поэтому, прежде всего, при выполнении компоновочного чертежа реализуют требования, связанные с выполнением изделием заданных функций, его надежностью и безопасностью. Это самые главные характеристики, определяющие качество любого изделия и его потребительские свойства.

На следующем месте стоят требования, относящиеся к сопряжению нового изделия с другим объектом, с которым оно вместе работает или в состав которого входит. Здесь необходимо учитывать имеющуюся взаимосвязь с объектом, объединяющую объект и изделие в единый механизм (систему), который, как правило, выполняет уже другие функции, отличные от функций составляющих его частей. Задача этого этапа в основном сводится к правильному синтезу механизма, в результате чего не должны ухудшиться, тем более нарушиться характеристики его составных частей.

После выполнения этих требований добиваются получения по возможности хороших второстепенных характеристик изделия.

Начинают проектирование на этом уровне конструкторской ветви с использования результатов функционального проектирования. Предположим, что в итоге функционального проектирования была разработана

функциональная схема пневматического зажима для контроля механических свойств трубок, применяемых в системах для очистки крови, показанная на рис. 8.1. Данный зажим предназначен для проведения испытаний трубки диаметром d на прочность при разрыве. Испытания проводятся на разрывной машине, на которой устанавливается указанный зажим. При этом, исходя из заданного усилия сжатия трубки, нами были рассчитаны геометрические параметры ($a = 10$ мм, $b = 13$ мм, $c = 13$ мм, $e = 22$ мм, $f = 33$ мм, $g = 9,5$ мм) захвата (щипцов), угла α клина и хода h поршня силового цилиндра, а также рабочее давление p воздуха, подаваемого в цилиндр.

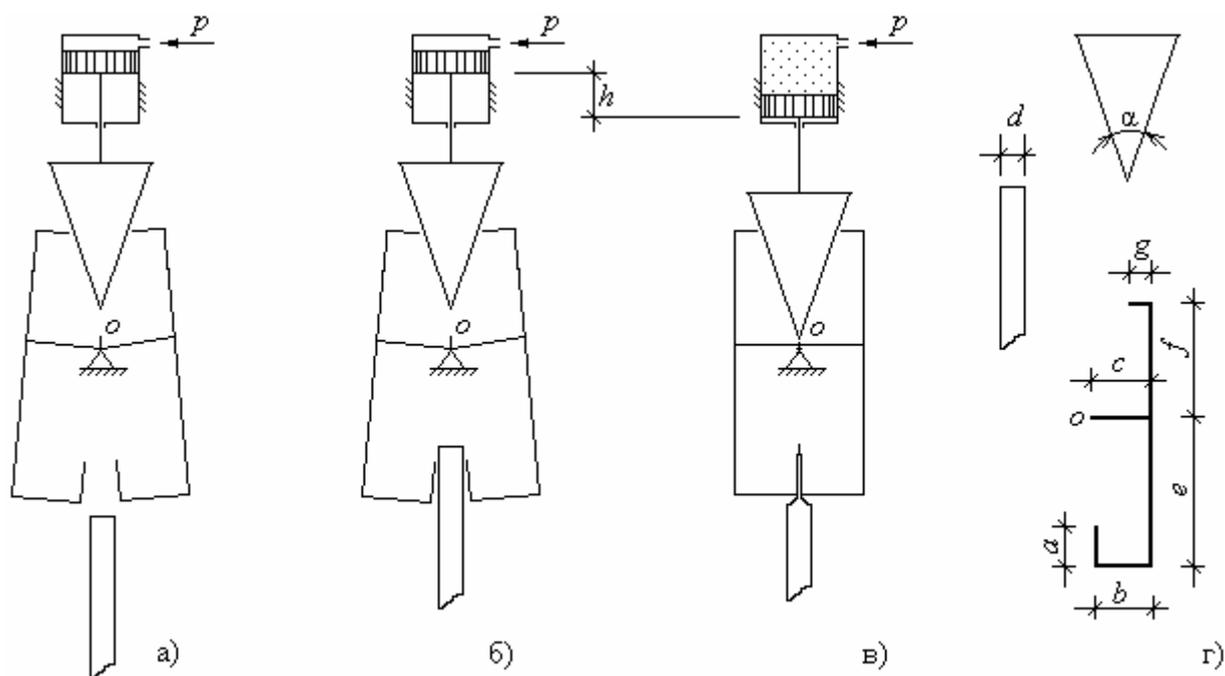


Рис. 8.1. Функциональная схема пневматического зажима

На рис. 8.1 показаны: *а* – исходное положение зажима, *б* – момент установки трубки в зажим и ее автоматическое позиционирование по оси симметрии зажима; *в* – подача воздуха в цилиндр с последующим перемещением клина и поворотом губок зажима относительно точки *о*, в результате чего происходит сжатие трубки с заданным усилием; *г* – расчетные схемы губки захвата и клина пневматического зажима. Работа указанного зажима хорошо видна из представленной функциональной схемы, поэтому нет смысла ее описывать.

Получив исходные данные, приступают к разработке компоновочного чертежа изделия. он выполняется максимально упрощенно (можно от

руки без применения чертежных принадлежностей) с указанием основных размеров, которые станут отправной точкой при последующей разработке чертежей узлов и деталей изделия. При необходимости можно выполнить некоторые разрезы, поясняющие наиболее важные (ключевые) моменты компоновки, позволяющие представить взаимодействие деталей изделия и понять суть некоторых предварительных технических (конструкторских) решений (проработок).

Сначала следует изобразить на чертеже захват, состоящий из губок 1, 2, соединенных между собой осью 3 (рис. 8.2). Для фиксирования захвата ось 3 запрессовывают в стойку 4 основания 5. Поскольку губки поворачиваются относительно оси 3, то для обеспечения контакта по линии с клином (соединенным со штоком силового цилиндра) необходимо контактирующую поверхность сделать полукруглой, например в виде штифта 6, запрессованного в отверстие губки. Применение в этом месте штифта целесообразнее еще и потому, что его удобнее по сравнению с концом губки обрабатывать (отшлифовать, отполировать). Кроме того, точнее можно выдержать расчетные размеры, поскольку расстояния между отверстиями, в которые устанавливаются штифты и ось, достаточно легко выдерживаются с прецизионной точностью при изготовлении.

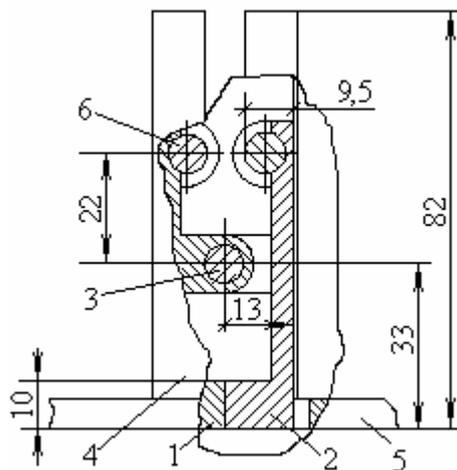


Рис. 8.2. Компоновка захвата

Для устранения перекоса штока необходимо в стойке 4 предусмотреть направляющие в виде паза, выполненного вдоль ее оси симметрии. Исходя из геометрических размеров клина ($\alpha = 30^\circ$) и хода ($h = 15$) штока, вычисляют высоту стоек 4, равную 82 мм. Нанеся на этот чертеж расчетные размеры ($a = 10$, $b = c = 13$, $e = 22$, $f = 33$, $g = 9,5$ мм), приступают к дальнейшему развитию компоновки.

Последующее построение чертежа лучше всего выполнять путем последовательного присоединения сопрягающихся между собой деталей. Со штифтами 6 у нас взаимодействует клин 7 с опорой 8, соединенный со штоком 9 силового цилиндра 10 (рис. 8.3). Следует учитывать, что допустимы компенсационные регулировки в устройстве. Так, за счет разброса технологических допусков деталей, входящих в состав пневматического

зажима, возможно неполное смыкание губок 1, 2. Поэтому необходимо в клине 7 предусмотреть длину резьбового отверстия, при помощи которого он крепится к штоку 9, несколько большую, чем это требуется для его крепления. Тогда при полностью выдвинутом из цилиндра 10 штоке путем перемещения клина по резьбе можно установить его в такое положение, в котором будут выбраны зазоры между клином 7, штифтами 6 и губками 1, 2.

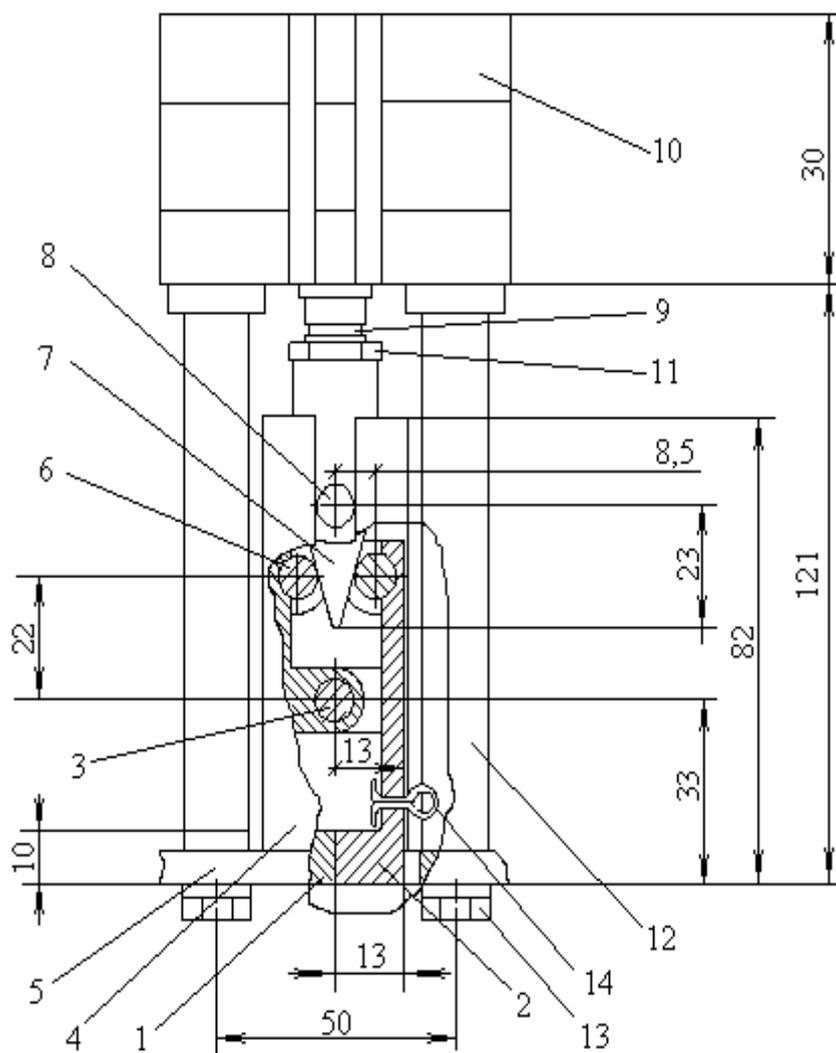


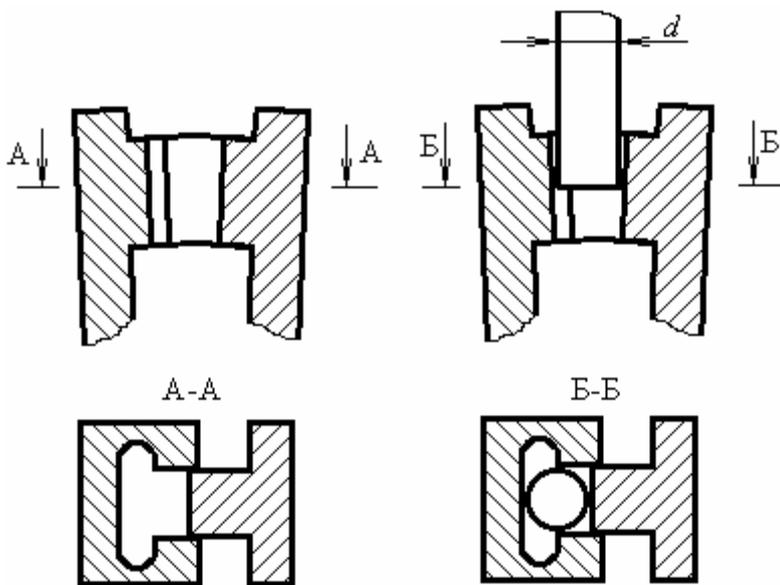
Рис. 8-3. Компоновка захвата с силовым цилиндром

Для фиксации клина в отрегулированном положении нужно поставить контргайку 11. После этого вычисляется высота (121 мм) расположения силового цилиндра от нижней поверхности основания 5, которая позволит потом в зависимости от толщины последнего вычислить длину колонок 12, удерживающих силовой цилиндр 10 и прикрепленных к основанию 5 болтами 13. Расстояние (50 мм) между болтами определяется межцентровым расстоянием между резьбовыми отверстиями в силовом цилиндре 10, предназначенными для крепления последнего. Разведение в стороны губок захвата при подъеме клина 7 осуществляется при помощи зацепов (шплинтов) 14, соединенных, например, с пружинами.

Полученный чертеж является завершением процедуры компоновки захвата с силовым приводом, которая, по существу, определяет общую компоновку пневматического зажима, его структуру и форму.

8.2. Чертежи деталей изделия

Проектирование лучше начинать с деталей, которые входят в так называемые малые сборки, т.е. в узлы, которые являются частью других, более крупных узлов. Начиная, таким образом, с деталей малых сборок, переходят к более крупным узлам и в конце концов заканчивают проектированием деталей сборочного чертежа изделия. В нашем случае количество и содержание сборочных чертежей, видимо, будет совпадать с приведенными выше компоновочными чертежами, т.е. в конструкторской документации должны быть сборочные чертежи захвата, захвата с силовым цилиндром и пневматического зажима. Поэтому сначала приступим к выполнению чертежей деталей, входящих в сборочный чертеж захвата. Этот чер-



теж на первом этапе проектирования на уровне сборочных чертежей может быть условно показан так же, как и на рис. 8.2.

При проектировании губок захвата следует сначала определить размер между щечками одной из них. В положении, когда губки захвата разведены в стороны, эти щечки совместно с поверхностью другой губки должны образовывать

Рис. 8.5. Форма поверхности щечек губки захвата

направляющие пирамидального вида (рис. 8.5, а) с квадратным сечением. Благодаря этому трубка сначала легко вставляется в захват (рис. 8.5, б), а потом у основания щечек касается их поверхности. В результате трубка, во-первых, автоматически центрируется, а во-вторых, удерживается в них за счет силы трения еще до смыкания захвата, что повышает удобство и безопасность эксплуатации устройства. При этом в указанных щечках необходимо сделать полукруглые выемки, в которые устремляется материал трубки, принимающей овальную форму при ее деформации в процессе сжатия захватом.

Поскольку щечки должны свободно перемещаться вокруг оси, то необходимо предусмотреть гарантированный зазор между осью и отверстием в щечках. Однако, в свою очередь, ось должна быть запрессована в стойки основания для надежного удержания захвата. Перечисленные требования являются основными для обеспечения надежной работы захвата.

Кроме этих требований при проектировании чертежей деталей необходимо учитывать размеры, указанные на рис. 8.2, а также некоторые другие моменты, связанные не только с особенностями конструкции, но и с технологией изготовления. Так, например, концы губок входят в прямоугольный паз основания. Длина этого паза будет определять расстояние, на которое губки будут разведены в стороны, поэтому важно, чтобы была выдержана не только длина паза, но и его ширина по всей этой длине для свободного беспрепятственного перемещения губок. Однако при изготовлении этого паза фрезерованием его углы остаются округлыми (по радиусу фрезы), что может нарушить нормальную работу захвата. Во избежание этого необходимо на губках с тыльной стороны сделать фаски, исключаящие соприкосновение губок с углами паза основания. Учитывая в процессе проектирования конструктивные и технологические особенности, изготавливают чертежи деталей.

На рис. 8.6, 8.7 показаны чертежи первой (охватывающей) и второй (охватываемой) губок захвата. На рис. 8.8 изображена ось захвата, посредством которой указанные губки соединяются между собой, образуя при этом нечто похожее на бельевую прищепку. На рис. 8.9 изображено основание, на котором закрепляется узел, собранный из этих губок.

Далее приступают к выполнению чертежей следующего сборочного чертежа, который условно может быть показан так же, как на рис. 8.3. В этот сборочный чертеж помимо стандартных и покупных узлов и деталей будут входить колонки, крепящие силовой цилиндр, клин и его опора.

Диаметр опоры следует выбирать исходя из того, что она должна запрессовываться в клин и в тоже время свободно скользить по направляющему пазу основания.

Длина резьбового отверстия в клине должна позволять выполнять регулировку, компенсирующую разброс технологических допусков деталей. Резьба в этом отверстии должна соответствовать резьбе штока силового цилиндра (M12 × 1,25).

На рис. 8.10 изображена опора клина, посредством которой он воздействует на губку, т.е. передает ей соответствующее усилие для зажима испытуемой трубки.

На рис. 8.11 показан чертеж клина, который устанавливается непосредственно на штоке пневмоцилиндра.

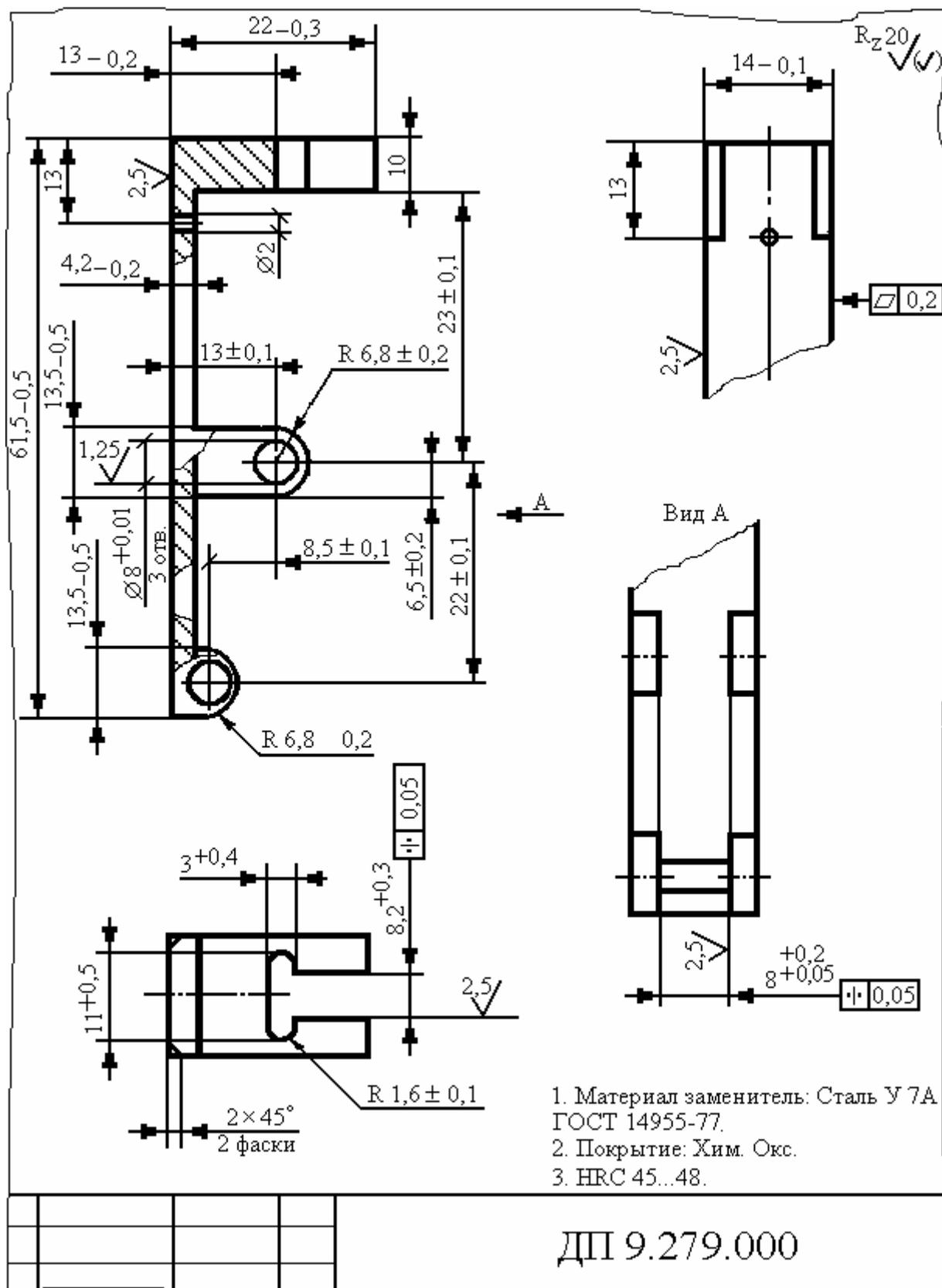
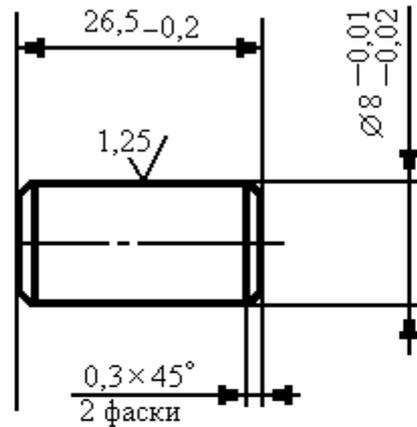


Рис. 86. Чертеж первой губки захвата

2,5
√(✓)



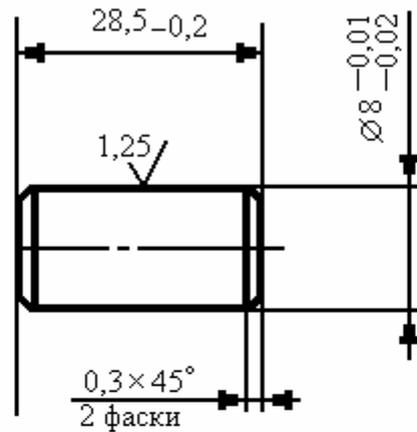
Обозначение	L
ДП 8. 300. 000	$26,5_{-0,2}$
ДП 8. 300. 000 - 01	$14_{-0,1}$

1. Покрытие: Хим. Окс.
2. HRC 45...48.

			См. табл.			
			ОСЬ	Литера	Масса	Масштаб
нев		2206			43 г	2:1
реева		2806				
			Лист		Листов 1	
			Сталь У 7А ГОСТ 14955-77			

Рис. 8.8. Чертеж оси захвата

2,5
√(✓)



1. Покрытие: Хим. Окс.
2. HRC 45...48.

			ДПІ8. 070. 000			
			ОПОРА	Литера	Масса	Масштаб
нев		2206.			43 г	2:1
реева		2806.		Лист	Листов 1	
			Сталь У 7А ГОСТ 14955-77			

Рис. 8.10. Чертеж опоры клина

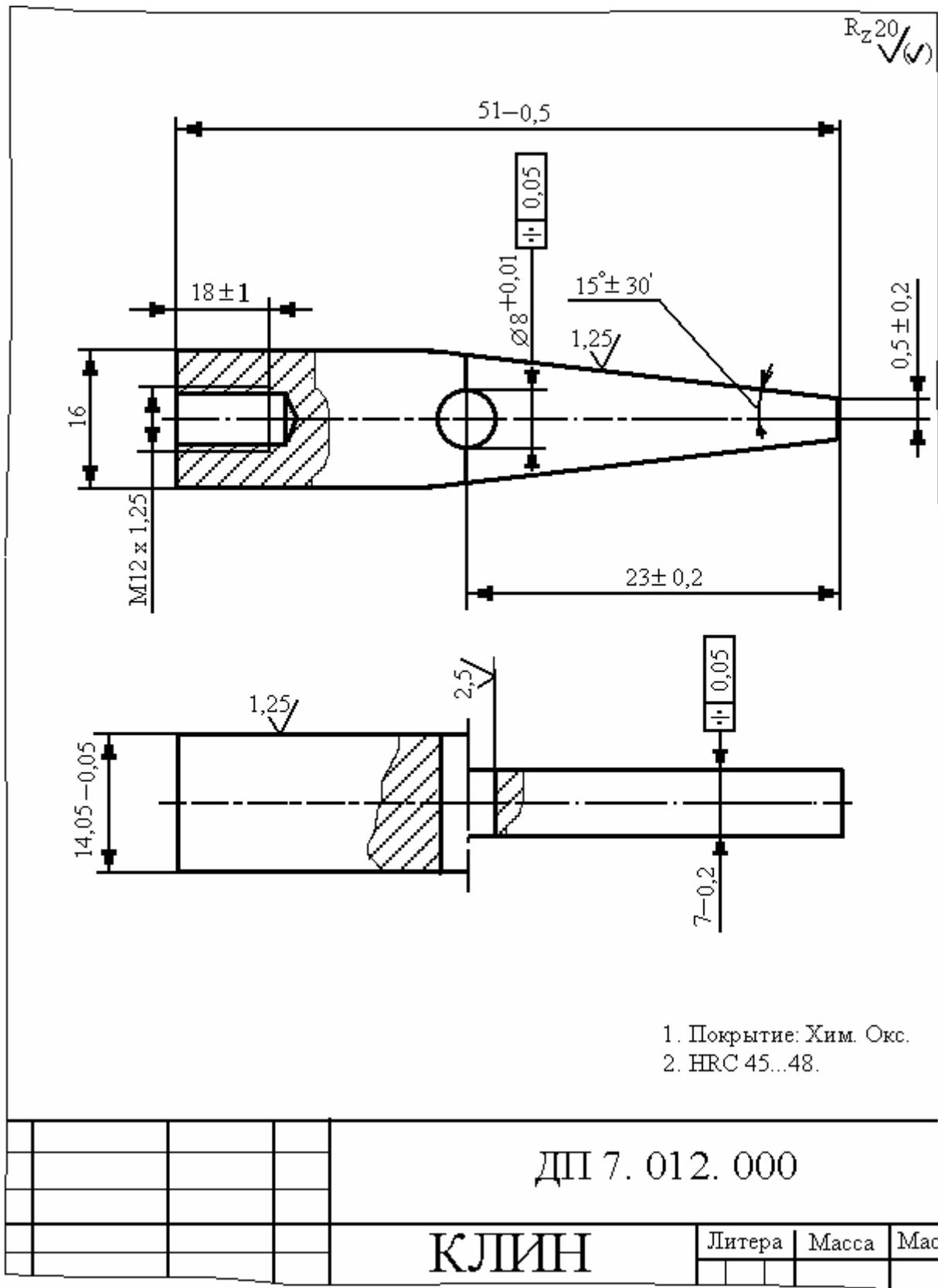


Рис. 8.11. Чертеж клина

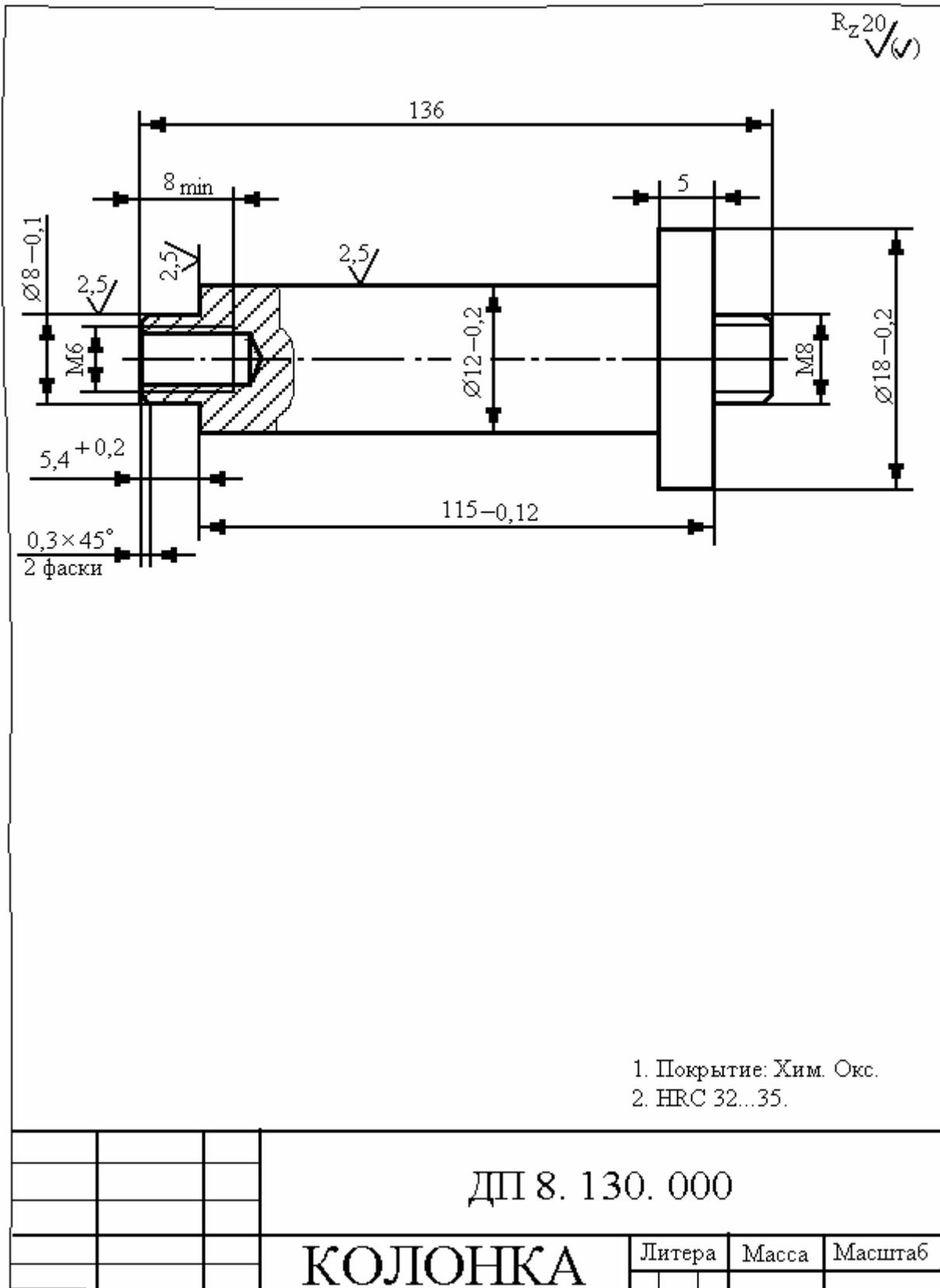


Рис. 8.12. Чертеж колонки ДП8.130.00

На рис. 8.12 дан чертеж колонки, крепящей силовой цилиндр. Последний сборочный чертеж помимо стандартных и покупных деталей содержит подвес, колонку, специальный болт и пружину. Длина колонки рассчитывается исходя из требований, предъявляемых к креплению пневматического зажима на разрывной машине. Конструкция специального болта в основном определяется крепежным устройством, находящимся на этой машине. На рис. 8.13 показан чертеж колонки, посредством которой производится соединение основания и подвеса зажима. На следующем чертеже (рис. 8.14) представлен подвес. Конфигурация этой детали определяется формой основания.

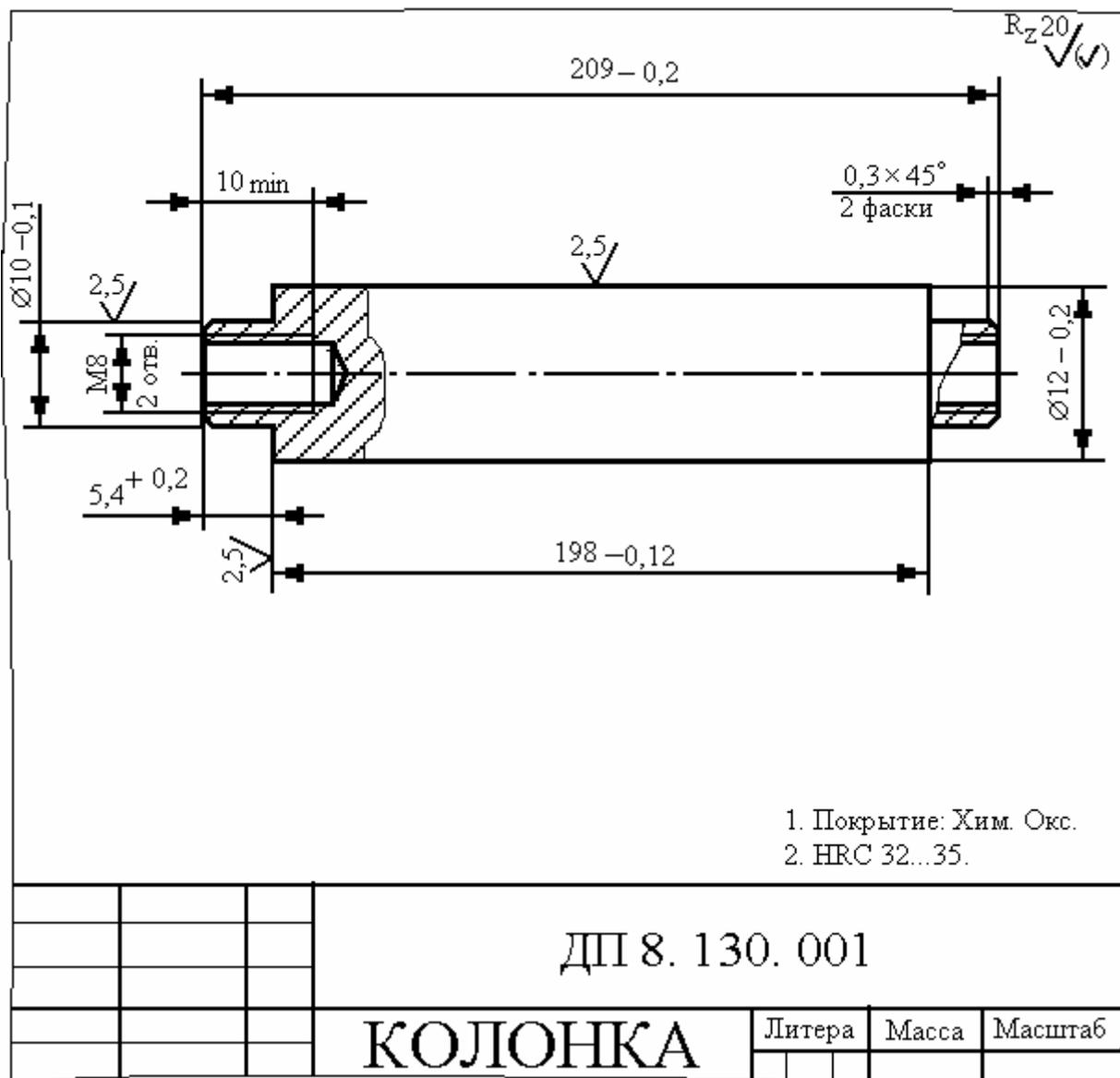


Рис. 8.13. Чертеж колонки ДП8.130.001

На рис. 8.15 показан чертеж специального болта, предназначенного для крепления пневматического зажима.

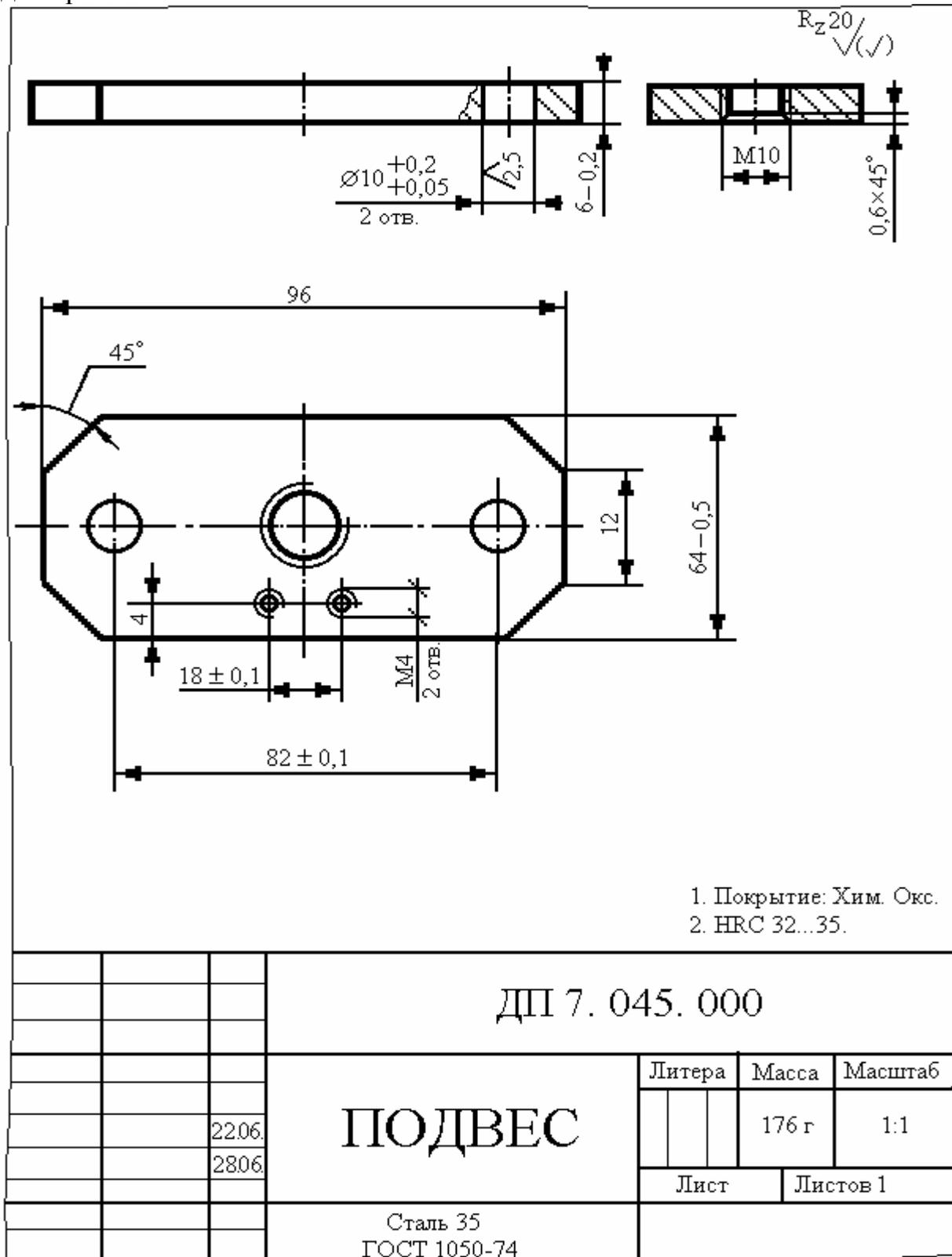


Рис.8.15. Чертеж специального болта

Длину пружины рассчитывают исходя из расстояния между колонкой ДП 8. 130. 001 и губкой захвата, учитывая при этом размер шплинтов (зацепов), за которые крепится пружина. На чертеже 8.16 изображена указанная пружина для раздвижения губок захвата в стороны.

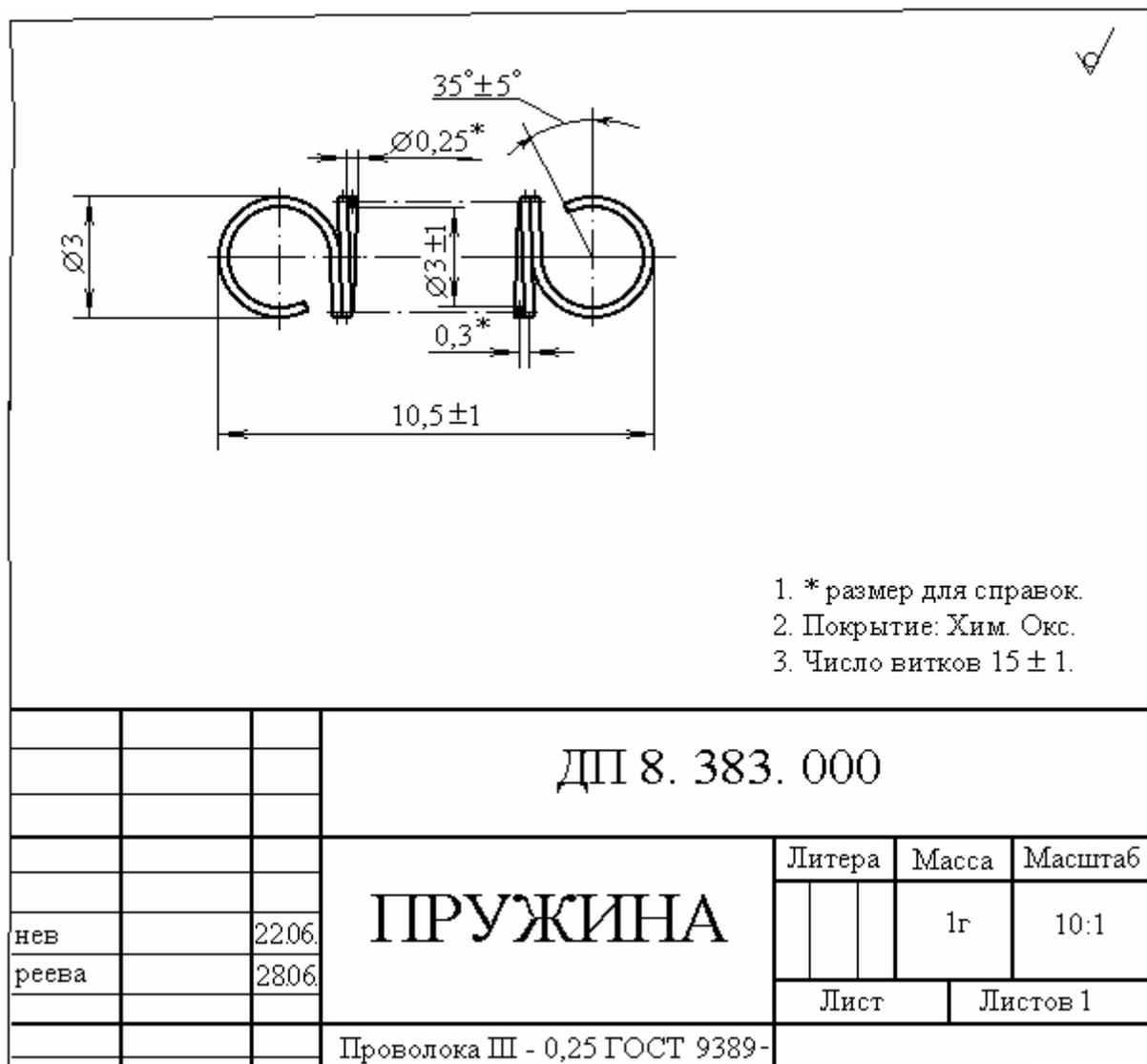


Рис. 8.16. Пружина губки захвата

Номер чертежей назначают по классификатору или алфавитному указателю [4, 8]. После изготовления чертежей деталей приступают ко второму этапу проектирования сборочных чертежей, на котором непосредственно выполняют намеченные на первом этапе чертежи и спецификации к ним в соответствии с требованиями ЕСКД.

8.3. Сборочные чертежи узлов и изделия

Сборочный чертеж, как уже отмечалось, делают упрощенно, проставляя на нем позиции входящих в него узлов и деталей и размеры, которые необходимо указывать на этих чертежах в соответствии с ЕСКД.

В штампе сборочного чертежа после цифрового обозначения ставятся буквы «СБ», а после названия меньшим (чем шрифт названия) шрифтом делается надпись «Сборочный чертеж».

Прежде чем указать позиции на сборочном чертеже, необходимо сначала составить спецификацию на этот чертеж, в которой узлы и детали записываются в порядке возрастания их номеров (см. рис. 7.2). После этого в графе «Позиция» сверху вниз проставляются номера позиций. Таким образом, позиция той или иной детали (узла) на сборочном чертеже зависит от места этой детали в спецификации. Поэтому одни и те же детали, входящие в несколько сборочных чертежей, могут иметь разные позиции в них, т.е. в каждом чертеже конкретно с занимаемым в спецификации местом.

В графе «Примечание» спецификации указываются сведения, которые нельзя указать в имеющихся графах. Например, если в сборочном чертеже допускается замена детали позиции 5 на деталь позиции 6, то в указанной графе напротив детали с пятой позицией пишут «допускается замена на дет. поз. 6», а напротив шестой детали – «допускается замена на дет. поз. 5». Тогда сборка будет осуществляться с той деталью, которая поступит на рабочее место сборщика.

Спецификация имеет тот же номер, что и сборочный чертеж, к которому она составляется, но без буквенного обозначения «СБ». В графе «Количество» ставится количество деталей, входящих в данную сборку.

Чтобы не испытывать затруднений при составлении классификаций более крупных узлов, проектирование сборочных чертежей следует начинать с малых сборок, которые входят в более крупные узлы, и заканчивать сборочным чертежом изделия.

На рис. 8.17 представлена спецификация сборочного чертежа, на котором изображен захват. Полученный в результате сборки захват ДП 6.272.001 СБ будет входить в следующий сборочный чертеж, на котором он будет собран с силовым цилиндром в виде одной сборочной единицы. На рис. 8.18 показан сборочный чертеж захвата. При этом следующий сборочный чертеж – может иметь название «Захват», но поскольку это уже

На рис. 8.19 представлена спецификация следующего сборочного чертежа, изображенного на рис. 8.20.

В технических требованиях сборочного чертежа захвата необходимо сделать запись, позволяющую правильно отрегулировать положение клина относительно губок.

Последним выполняют сборочный чертеж изделия, т.е. пневматического зажима, изображенного на рис. 8.21. Первый лист спецификации (с основными деталями и узлами) к этому сборочному чертежу показан на рис. 8.22.

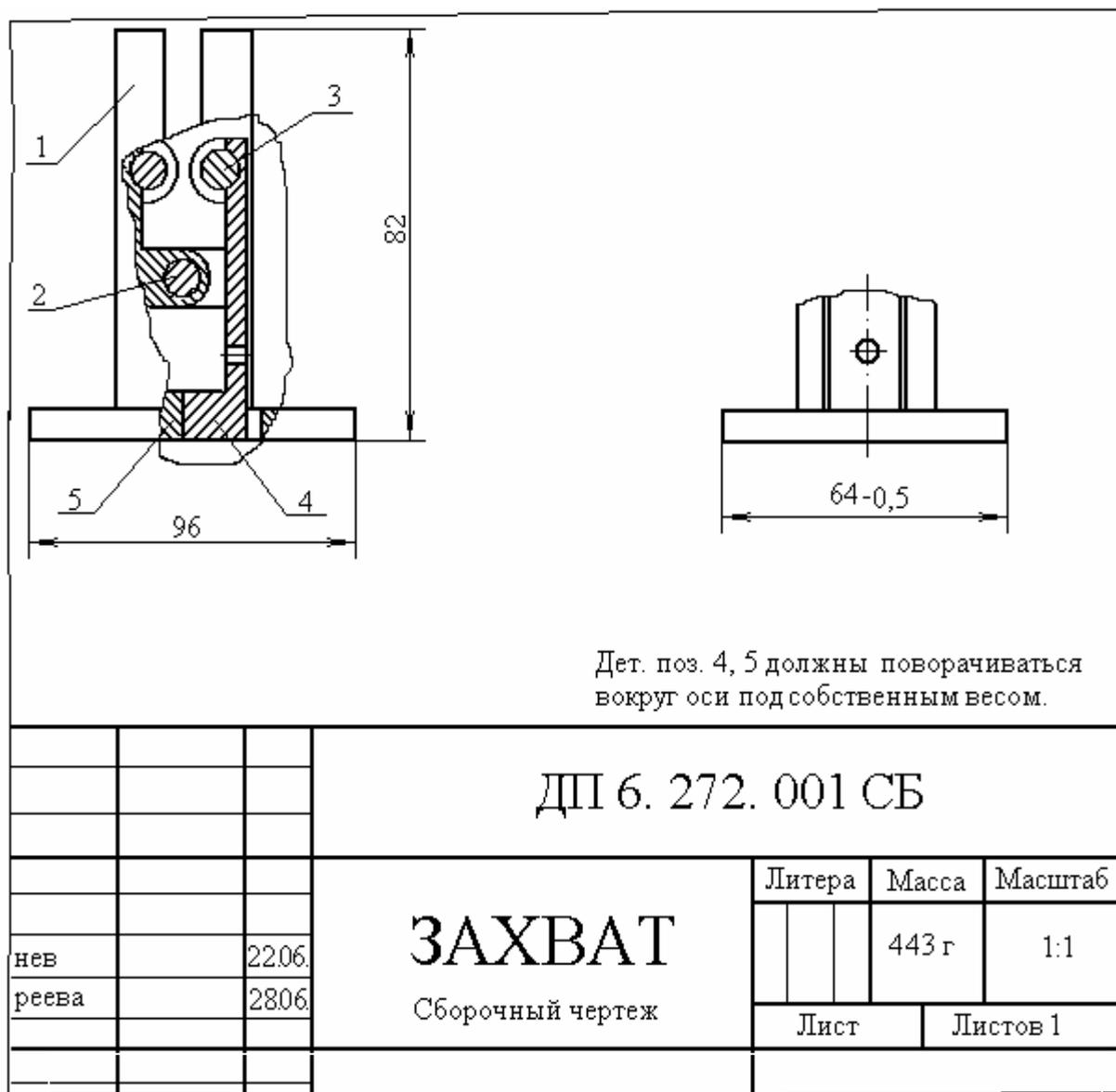


Рис. 8.18. Сборочный чертеж захвата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
				<u>Документация</u>				
A4			ДП 6. 272. 000 СБ	Сборочный чертеж				
				<u>Сборочные единицы</u>				
A4		1	ДП 6. 272. 001	Захват	1			
				<u>Детали</u>				
A4		2	ДП 7. 012. 000	Клин	1			
A4		3	ДП 8. 070. 000	Опора	1			
A4		4	ДП 8. 130. 000	Колонка	4			
				<u>Стандартные изделия</u>				
		5		Болт ВМ6-6gх10.36.013 ГОСТ1491-80	4			
		6		Шайба 6.04.016 ГОСТ 11371-80	4			
		7		Гайка М12х125-04.016 ГОСТ 1491-80	1			
				<u>Прочие изделия</u>				
		8		Пневмопривод ТУ 16-669.272- 82	1			
			ДП 6. 272. 000					
			ЗАХВАТ			Лит.	Лист	Листов
						1	1	1

Рис. 8.19. Спецификация сборочного чертежа захвата

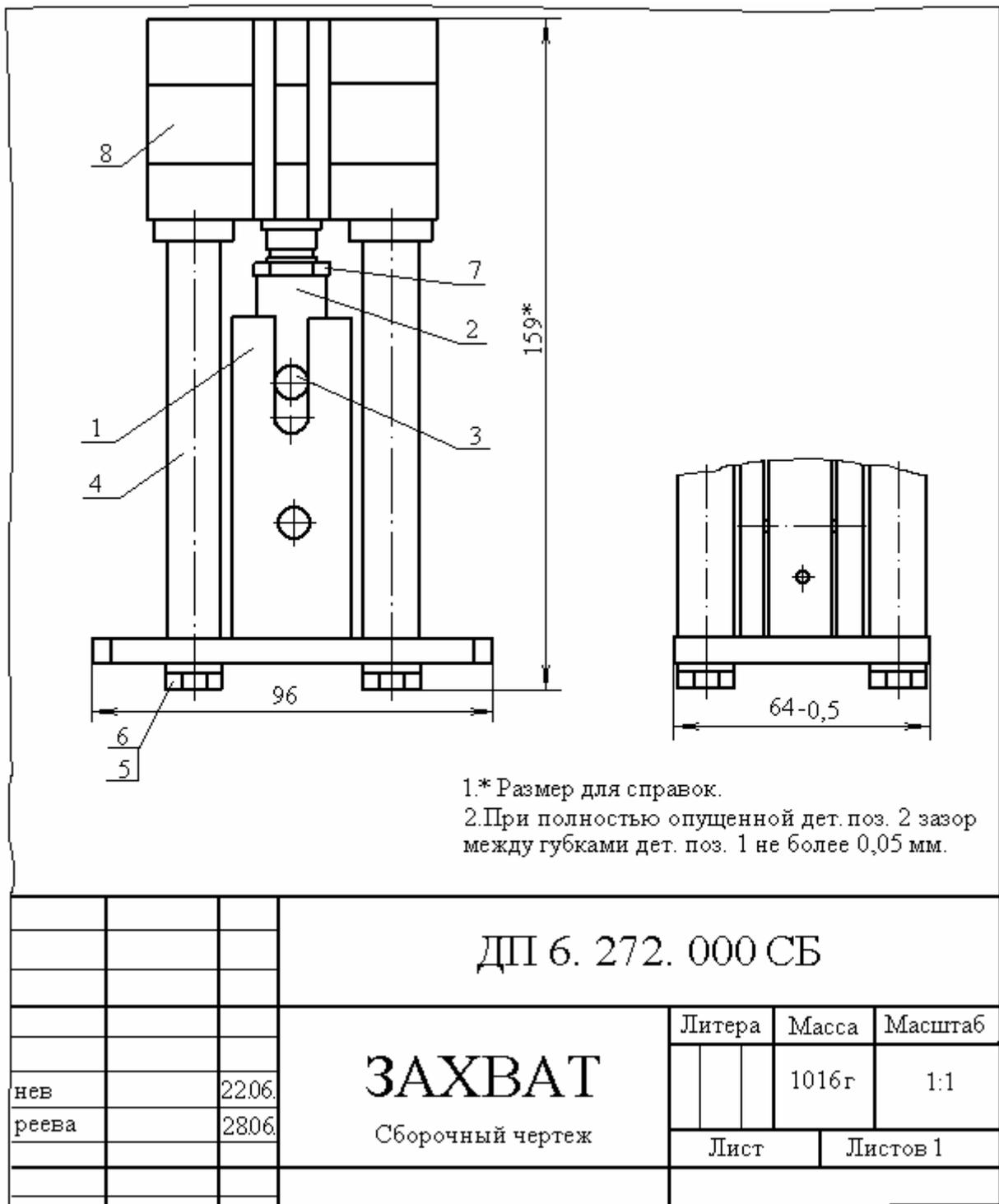


Рис. 8.20. Сборочный чертеж захвата

Следует обратить внимание на то, что габаритный размер на сборочном чертеже ставится между самыми отдаленными точками на соответствующей проекции. Так, например, на рис. 8.20 ширина и высота устройства

ва соответственно 96 и 159 мм, а на рис. 8.21 эти размеры увеличились соответственно до 108 и 258 мм.

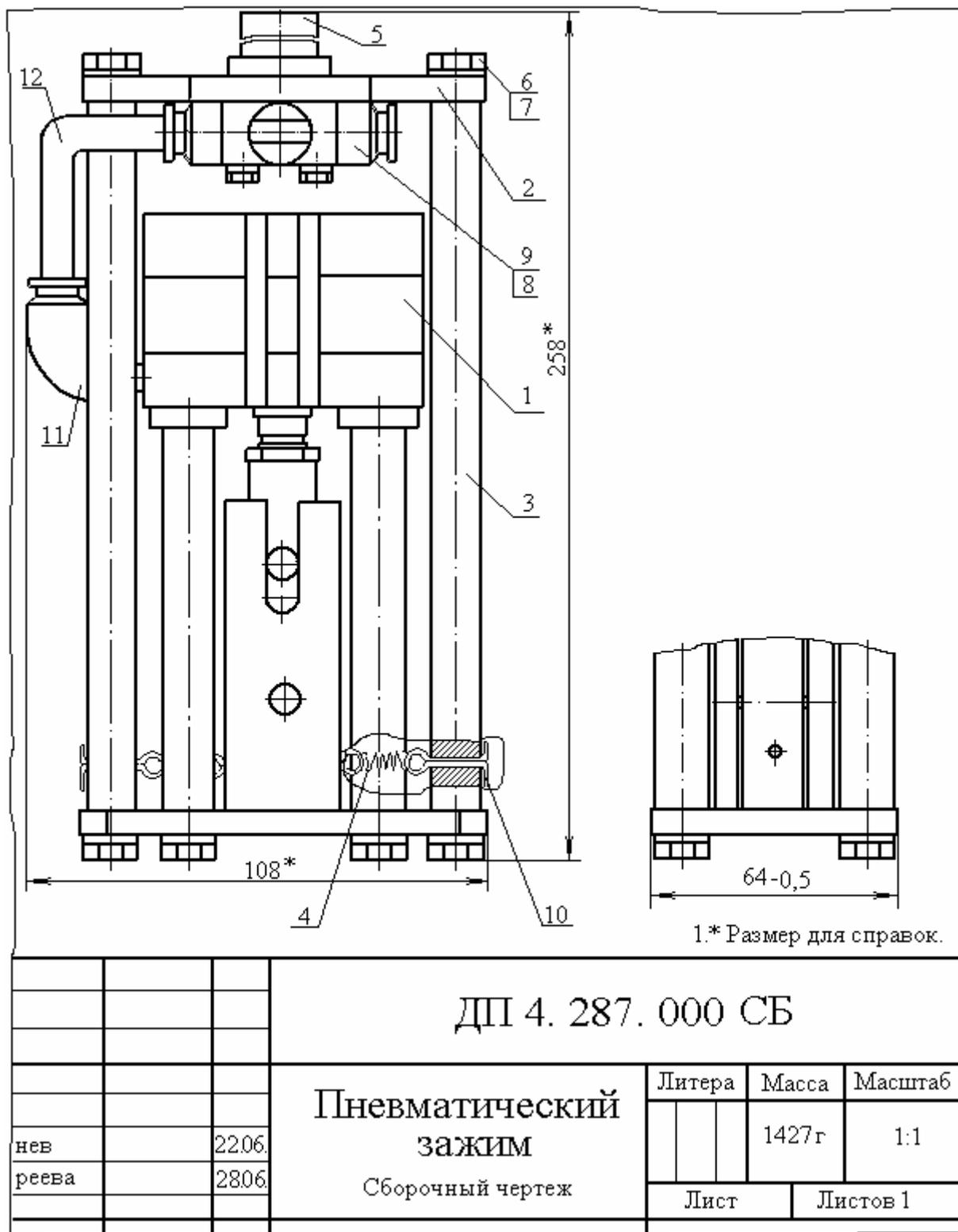


Рис. 8.21. Сборочный чертеж пневматического зажима

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A4			ДП 4. 287. 000 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A4		1	ДП 6. 272. 000	Захват	1	
				<u>Детали</u>		
A4		2	ДП 7. 045. 000	Подвес	1	
A4		3	ДП 8. 130. 001	Колонка	2	
A4		4	ДП 8. 383. 000	Пружина	2	
A4		5	ДП 8. 920. 000	Болт	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		6		Болт ВМ8-6gx10.36.013 ГОСТ1491-80	4	
		7		Шайба 8.04.016 ГОСТ 11371-80	4	
		8		Винт ВМ4-6gx25.36.013 ГОСТ1491-80	2	
			ДП 4. 287. 000			
			Пневматический зажим	Лит.	Лист	Листов
					1	2

Рис. 8.22. Спецификация к сборочному чертежу пневматического зажима

После изготовления всех сборочных чертежей приступают к формированию альбома конструкторской документации (КД), в котором чертежи узлов и деталей располагают друг за другом в порядке возрастания их номеров. При этом спецификации располагают перед соответствующими сборочными чертежами.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие требования реализуют при выполнении компоновки изделия?
2. Результаты какой ветви используются при конструкторском проектировании?
3. Какие размеры указываются на компоновочном чертеже?
4. Какой уровень конструкторского проектирования следует за компоновочным уровнем?
5. С чего рекомендуется начинать выполнение чертежей деталей?
6. Какие детали входят в сборочные чертежи?
7. Каким образом назначаются позиции на сборочных чертежах?
8. Для чего нужна спецификация к сборочному чертежу?
9. Какой штамп выполняется на втором и последующих листах спецификации?
10. Какой номер имеет спецификация сборочного чертежа?
11. Каким образом проставляется габаритный размер на сборочном чертеже?
12. Каким образом размещают чертежи в альбоме конструкторской документации?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение сложных технических задач предполагает, как правило, прохождение при проектировании всех уровней и этапов разработки. От отличного владения методами проектирования во многом зависят сроки разработки нового изделия и его качество, поэтому необходимо стремиться овладевать этими методами и совершенствовать их в процессе своей работы. Кроме того, при выполнении чертежей следует четко соблюдать требования системы конструкторской документации, которая во многом определяет уровень нормативно-технического и информационного обеспечения разработки и постановки продукции на производство.

Третья часть учебника будет посвящена научному творчеству, являющемуся сферой человеческой деятельности, обеспечивающей выработку и теоретическую систематизацию объективных знаний о действительности, а также развитие научно-технического прогресса. В этой части будут показаны некоторые подходы к решению задач научного характера с применением приемов высшей математики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК*

1. Биотехнические системы : Теория и проектирование / под ред. В. М. Ахутина. – Л. : ЛГУ, 1981. – 216 с.
2. Единая система конструкторской документации / С. С. Борушек [и др.]. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 352 с.
3. Гречищев, Е. С. Соединения с натягом: Расчеты, проектирование, изготовление / Е. С. Гречищев, А. А. Ильяшенко. – М. : Машиностроение, 1981. – 247 с.
4. Оленев, Е. А. Проектирование пожарной и охранной техники: механические и электромеханические системы охраны объектов : учеб. пособие / Е. А. Оленев ; Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2003. – 178 с. – ISBN 5-89368-356-0.
5. Попечителев, Е. П. Инженерные аспекты медико-биологических исследований : учеб. пособие / Е. П. Попечителев. – Л. : Изд-во ЛЭТИ, 1982.
6. Родионов, С. А. Методология проектирования оптических приборов / С. А. Родионов, А. А. Шехонин. – СПб., 1996. – 84 с.
7. Таленс, Я. Ф. Работа конструктора / Я. Ф. Таленс. – Л., 1987. – 225 с.
8. Талер, С. Л. Классификация деталей в Классификаторе ЕСКД / С. Л. Талер, Н. К. Токарева // Стандарты и качество. – 1982. – № 6. – С. 47 – 50.

* Библиографический список дан в авторской редакции.

Учебное издание

ОЛЕНЕВ Евгений Александрович

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПРИБОРОВ

Учебник

Часть 2. Инженерное творчество

Подписано в печать 27.02.07.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 1,16. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.