

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра инженерной графики

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.  
АЛЬБОМ ЗАДАНИЙ  
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ  
СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Под общей редакцией А.А. Резанко

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений,  
обеспечивающих получение высшего технического образования*

Минск 2006

УДК 744 (075.8)  
ББК 30.11 я 73  
И 56

Рецензенты:  
кафедра инженерной графики БГТУ,  
заведующий кафедрой инженерной графики БНТУ П.В. Зелёный

Авторы:  
В.А. Столер, А.А. Резанко, М.В. Мисько, Т.В. Малафей, Б.А. Касинский.

**Инженерная** графика. Альбом заданий для выполнения сборочных чертежей: Учеб. пособие / В.А.Столер, А.А.Резанко, М.В.Мисько и др.; под общ. ред. А.А. Резанко. – Мн.: БГУИР, 2005. – 140 с.: ил.

ISBN 985-444-832-0

Альбом содержит 30 вариантов заданий для выполнения сборочных чертежей и методические рекомендации по их выполнению. Каждый вариант включает аксонометрическое изображение изделия, его описание и чертежи составных частей.

На прилагаемом компакт-диске содержатся электронные версии указанных заданий, выполненные в формате AutoCAD.

УДК 744 (075.8)  
ББК 30.11 я 73

ISBN 985-444-832-0

© Коллектив авторов, 2006  
© БГУИР, 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4	13 Переключатель .....	69
<b>ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СБОРОЧНОМ ЧЕРТЕЖЕ</b> .....	4	14 Клапан пневматический .....	73
<b>ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА</b> .....	11	15 Вилка телефонная .....	77
<b>ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА НА КОМПЬЮТЕРЕ</b> .....	18	16 Трансформатор .....	81
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	20	17 Корпус аттенюатора .....	85
<b>ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ</b> .....	21	18 Корпус электромагнита .....	89
01 Устройство светоделительное .....	21	19 Вилка предохранительная .....	93
02 Тумблер .....	25	20 Вентиль гидравлический .....	97
03 Вилка коммутационная .....	29	21 Контактёр .....	101
04 Катушка индуктивности .....	33	22 Электромагнит .....	105
05 Пневмоцилиндр .....	37	23 Переключатель .....	109
06 Розетка коммутационная .....	41	24 Клапан универсальный .....	113
07 Датчик давления .....	45	25 Вилка коаксиальная .....	117
08 Катушка индуктивности .....	49	26 Корпус волномера .....	121
09 Ресивер .....	53	27 Выключатель .....	125
10 Вилка кабельная .....	57	28 Дроссель .....	129
11 Капслюль .....	61	29 Клапан электромагнитный .....	133
12 Устройство обдува .....	65	30 Переключатель .....	137

## ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика является одной из дисциплин, составляющих основу общеинженерной подготовки. Она развивает способности к восприятию пространственных форм предметов реального мира при помощи их изображений на плоскости, формирует навыки создания и использования технической документации.

Представленные в альбоме задания предназначены для использования их при изучении студентами темы "Сборочный чертёж". Выполнение сборочного чертежа является одним из этапов, причём достаточно сложным, на пути познания основ инженерной графики. Эта графическая работа позволяет приобрести навыки составления сборочного чертежа изделия, базируясь на чертежах его составных частей, изучить правила построения изображений сборочных единиц, требования стандартов к оформлению чертежа и спецификации.

Альбом содержит 30 вариантов заданий. Каждый вариант включает аксонометрическое изображение изделия, его описание и чертежи составных частей (кроме стандартных крепёжных деталей). В качестве прототипов для разработки заданий использованы реальные изделия, применяемые в приборах и устройствах радиотехники, автоматики, вычислительной техники, систем управления и связи. Альбом разработан с учётом его использования в учебном процессе: внесены некоторые изменения в состав изделий, изменены форма и размеры отдельных деталей и т.д. Это сделано с целью повышения обучающей ценности заданий.

К альбому прилагается компакт-диск, содержащий электронные версии указанных заданий, выполненные в среде AutoCAD 2004, что позволяет использовать при создании сборочного чертежа элементы компьютерных технологий.

Авторы выражают благодарность Гришелю Р.П. за ценные советы и замечания при подготовке рукописи.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СБОРОЧНОМ ЧЕРТЕЖЕ

Сборочный чертёж представляет собой документ, содержащий изображения сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки и контроля. По этому чертежу производится сборка изделия из отдельных его составных частей, изготовленных ранее.

Сборочный чертёж изделия должен содержать:

- необходимое количество *изображений* (видов, разрезов, сечений), которые в совокупности дают однозначное представление о конструкции, расположении и взаимной связи составных частей, принципе работы и порядке сборки изделия в целом;
- габаритные, установочные и присоединительные *размеры*;
- *номера позиций* составных частей изделия согласно его спецификации;
- необходимые *технические требования* и *надписи*.

Обязательным документом, сопровождающим сборочный чертёж, является *спецификация* – отдельный текстовый документ, выполняемый по стандартной форме на разграфлённых листах формата А4.

Пример сборочного чертежа показан на рис. 1, а спецификации – на рис. 2.

**Изображения.** Количество изображений сборочной единицы на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для однозначного понимания конструкции изделия в целом и отдельных его частей.

Большое значение имеет выбор главного изображения, которое должно давать наиболее ясную информацию о составе, порядке сборки и принципе действия изделия. На главном изображении сборочная единица должна располагаться в положении, удобном для сборки, её подвижные части показываются в свободном состоянии. Кнопки, тумблеры, переключатели и т.п. изображаются в положении «выключено»;

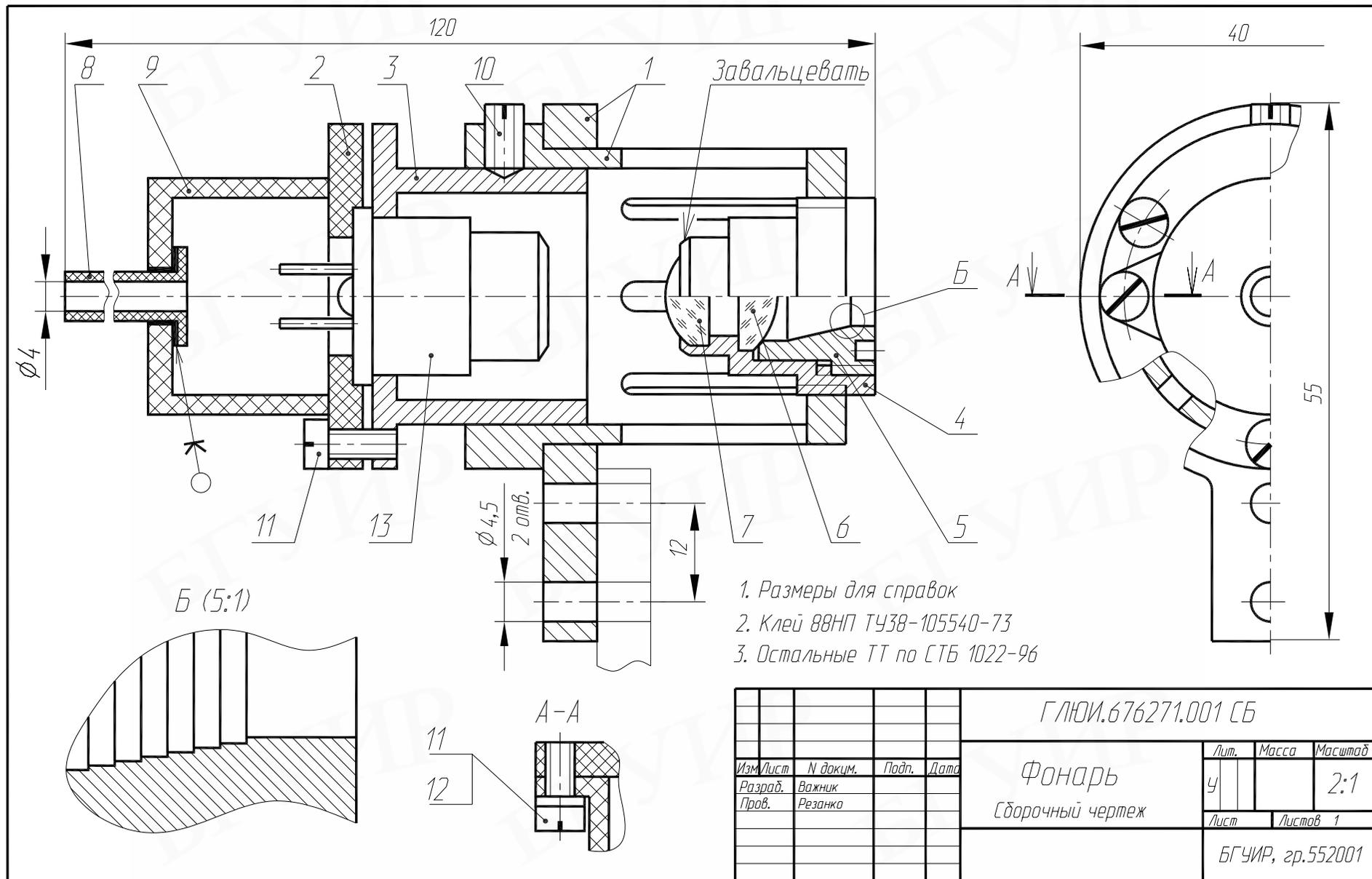


Рис. 1. Пример сборочного чертежа

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
А3			ГЛЮИ.676271.001 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
	1		ГЛЮИ.301524.001	Держатель	1	
				<u>Детали</u>		
	2		ГЛЮИ.711152.003	Крышка	1	
	3		ГЛЮИ.711352.002	Карпус	1	
	4		ГЛЮИ.711561.001	Карпус объектива	1	
	5		ГЛЮИ.711572.002	Гайка-рассеиватель	1	
	6		ГЛЮИ.756133.005	Линза	1	
	7		ГЛЮИ.756135.006	Линза	1	
	8		ГЛЮИ.757511.001	Трубка	1	
	9		ГЛЮИ.757515.004	Колпачок	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	10			Винт М4х7 ГОСТ 1476-75	1	
	11			Винт М3х6 ГОСТ 1491-80	5	
	12			Шайба 3 ГОСТ 11371-78	2	
				<u>Прочие изделия</u>		
	13			Лампа ТРВПТ 8-3 ТУ16-535.833-74	1	
			ГЛЮИ.676271.001			
Изм/Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Фонарь		
Разраб.	Важник					
Проб.	Резанко					
				Лит.	Лист	Листов
				4		1
				КСИС, гр.552001		

Рис. 2. Пример спецификации

реле, электромагниты – в обесточенном состоянии. Как правило, главное изображение содержит разрез, показывающий внутреннюю конструкцию изделия, расположение и взаимосвязь его деталей. Разрез может быть полным или совмещённым с видом спереди, если изделие симметрично.

Другие изображения сборочной единицы могут быть видами, разрезами или сочетать оба варианта. Они должны по возможности располагаться в проекционной связи с главным изображением.

Кроме основных изображений сборочный чертёж может содержать дополнительные изображения фрагментов изделия, которые поясняют, раскрывают конструктивные особенности отдельных узлов и деталей. Эти изображения располагаются на свободном поле чертежа и сопровождаются надписью (см. рис. 1, изображения А-А, Б).

**Штриховка** деталей на разрезах сборочной единицы должна выполняться с учётом материала этих деталей: металлические детали – под наклоном 45° влево или вправо, электроизоляционные – под 45°, но в обе стороны («в клеточку»). При этом следует соблюдать следующие правила:

- штриховка одной и той же детали на всех разрезах должна быть одинаковой, т.е. иметь одинаковое направление и шаг между линиями штриховки;

- смежные детали на разрезе должны отличаться между собой своей штриховкой. Это достигается изменением направления штриховки, изменением её шага или сдвигом линий одной штриховки относительно соседней.

Обычно штриховка осуществляется после формирования всех изображений, когда в целом просматривается ситуация на чертеже.

Такие детали, как винты, заклёпки, валики, рукоятки, стержни, в *продольном разрезе* изображаются нерассечёнными, если внутри них нет никаких отверстий и углублений. Также не рассекаются стандартные гайки с шайбами, если они расположены на цельном стержне. При поперечном разрезе названных деталей штриховка выполняется по общим правилам.

Узкие площадки сечений на чертеже (менее 2 мм) показываются зачернёнными.

*Стандартные крепёжные детали* изображаются на сборочном чертеже также по определённым правилам. Так, шестигранные гайки и головки болтов показывают в таком положении, чтобы на главном изображении были видны три их грани. Головки винтов на их изображении сбоку условно всегда повернуты шлицем к наблюдателю, а на виде с торца они всегда изображаются под углом  $45^\circ$  к центровым осям. Это – условность, в реальном изделии гайки и винты крутятся и зажимаются до полного их упора, а не по чертежу.

Стандартами регламентированы также правила построения изображений некоторых типовых изделий, таких как пружины, сердечники магнитопроводов, катушки с электрическими обмотками и др. Для более полного ознакомления с правилами выполнения изображений сборочной единицы следует дополнительно проработать учебные и методические пособия по этой теме.

**Размеры.** На сборочном чертеже указывают следующие размеры:

– *габаритные* (длина, высота и ширина), определяющие предельные внешние очертания предмета. На рис. 1 таковыми являются размеры 120, 40, 55;

– *установочные*, определяющие положение и конструкцию элементов, посредством которых изделие устанавливается на рабочем месте (см. рис. 1, размеры 12,  $\varnothing 4,5$ );

– *присоединительные*, указывающие размеры элементов конструкции, к которым будут присоединяться другие изделия. Например диаметр и длина входного и выходного штуцеров, диаметр резьбовых гнезд и отверстий, предназначенных для закрепления печатной платы, и т.д. На рис. 1 присоединительный размер –  $\varnothing 4$ .

Размерные линии на сборочном чертеже должны располагаться не ближе 10 мм от контура изображения, не пересекаться между собой и с линиями-выносками позиций.

**Номера позиций.** Каждая составная часть изделия должна иметь свою позицию (номер). Эти позиции на сборочном чертеже прощаются после составления спецификации и в точном соответствии с номерами, присвоенными в ней каждой составной части. Номер указывается на том изображении, где данная деталь показана наиболее ясно и полно. Чаще всего позиции ставятся на главном изображении.

Для простановки номеров позиций используются тонкие линии-выноски с полками. Полки располагаются на одной линии и (или) в одну колонку. Заканчиваются (или начинаются, смотря как их проводить) линии-выноски точкой, которая ставится внутри контура детали и не должна совпадать ни с какой иной линией чертежа. Если точку поставить затруднительно (узкая пластина, зачернённое сечение, плотная штриховка), то нумеруемая деталь указывается стрелкой, проведенной к контуру этой детали.

Линии-выноски не должны пересекаться между собой и быть параллельными линиям штриховки. При указании позиции «труднодоступной» детали можно линию-выноску проводить с одним изломом. Допускается делать общую линию-выноску с расположением полки в одну колонку для групп крепёжных деталей, относящихся к одному месту крепления (рис. 1, поз. 11, 12). Высота цифр, обозначающих номера позиций, должна быть больше высоты размерных чисел.

**Технические требования и надписи.** Кроме изображений изделия с номерами позиций и размерами сборочный чертёж может содержать текстовые надписи и технические требования (ТТ), которые невозможно или нецелесообразно отображать графически непосредственно на изображениях. Содержание надписей и ТТ должно быть кратким и точным.

*Краткие надписи*, относящиеся к отдельным элементам, помещают на полках линий-выносок, проведенных от соответствующих элементов. Линии-выноски заканчиваются точкой или стрелкой. Высота шрифта для надписей должна быть больше высоты размерных чисел. Краткие надписи состоят из одного или нескольких слов, например: *Завальцевать* (см. рис. 1), *Расклепать*, *Загнуть до упора* и т.п. Более развёрнутые текстовые указания по сборке записываются в технических требованиях.

*Технические требования* помещаются над основной надписью. Поэтому их состав должен быть определён заблаговременно, чтобы учесть это при общей компоновке чертежа. В ТТ записываются конкретные указания для сборщика по выполнению сборочных операций, требования к качеству сборки, информация об условностях, применённых на чертеже и т.д. Каждый пункт ТТ записывается с новой строки и имеет порядковый номер, например:

1. *Размеры для справок.*
2. *На виде сверху и разрезе Б-Б поз.4, 7, и 12 условно показаны в среднем положении.*
3. *Припой ПОС40 ГОСТ 1499-70.*
4. *Элементы поз.15 и 16 ставить на клей ВС-10Т ГОСТ 5581-70.*
5. *Усилие переключения рычага поз.12 не должно превышать 0,1 кгс.*
6. *Винт поз.17 стопорить эмалью НЦ-25 ГОСТ 5406-70.*
7. *Остальные ТТ по СТБ 1022-96.*

Пример заполнения *основной надписи* сборочного чертежа показан на рис. 1.

**Спецификация.** Спецификация представляет собой документ, определяющий состав изделия, и выполняется на отдельных листах формата А4 (рис. 2). В спецификации записываются те документы, изделия и материалы, которые необходимо иметь сборщику для успешного осуществления процесса сборки.

Запись составных частей изделия в спецификации производится по разделам, которые располагаются в строгой последовательности, а именно:

Документация

Сборочные единицы

Детали

Стандартные изделия

Прочие изделия

Материалы

Стандартами ЕСКД предусматриваются и некоторые другие разделы, но в учебных чертежах они не встречаются. Вместе с тем некоторые разделы из приведенного перечня в сборочном чертеже могут отсутствовать, так как конкретный вид спецификации зависит от конструкции специфицируемого изделия.

Заголовки разделов записываются всегда в множественном числе по центру графы «*Наименование*» и подчёркиваются тонкой линией. Перед заголовком и после него необходимо оставить пустую строку. Все иные записи в графе «*Наименование*», кроме заголовков, располагаются с начала графы.

В разделе «Документация» записываются наименования документов, разработанных для данного изделия. В нашем графическом задании будет разработан только один документ – *Сборочный чертеж*.

В разделы «Сборочные единицы» и «Детали» вносятся наименования сборочных единиц и деталей, которые непосредственно входят в состав специфицируемого изделия. Наименования записываются в точном соответствии с их названиями в чертежах-заданиях – в именительном падеже единственного числа, даже если в графе «*Кол.*» (количество) их будет указано несколько.

В разделе «Стандартные изделия» записываются изделия, изготовленные и применённые по стандартам. Последовательность их записи такова: название изделия, его тип, марка, параметры, номер стандарта. Например: *Винт М3х12 ГОСТ 1491-80; Шарик 4 ГОСТ 3722-81;*

*Панель ИПЛ8-2К ГОСТ 2709-66* и т.п. Обязательным атрибутом этих записей является наличие ГОСТа. Если запись не помещается в одну строку, то её переносят на следующую, но при этом недопустимо разделять ГОСТ и его номер.

Стандартные крепёжные изделия записываются по алфавиту их названий. Для нескольких стандартных изделий одного названия очередность записей – по возрастанию ГОСТов. Если же и ГОСТ у них одинаковый, то запись производится по возрастанию параметров самих изделий. И наконец, если детали совершенно одинаковы, то они записываются в одной строке в единственном числе, а в графе «Кол.» указывается общее количество таких деталей.

В разделе «*Прочие изделия*» записываются унифицированные изделия, применяемые не по стандартам, а по иным нормативным документам. Запись производится по той же схеме, что и для стандартных изделий: наименование, тип или марка, номер документа. Например *Предохранитель ВП 1,1 ОЮО.480.003 ТУ; Микропереключатель МП-3 ОЮО.360.010 ТУ.*

В раздел «*Материалы*» вносятся только те материалы, которые непосредственно используются в процессе сборки (проволока, изолянт, смола, нитки). В н и м а н и е ! В этот раздел не следует записывать материалы, из которых изготовлены другие детали узла.

В графе «Кол.» (количество) указывается количество изделий данного наименования, записанных в данной строке. Если наименование записано в две строки, то количество указывается во второй строке.

В графе «*Обозначение*» указываются обозначения, присвоенные чертежам, по которым сборочные единицы и детали были изготовлены. Структура этих обозначений стандартизована, но в учебных чертежах допускается использовать условную систему обозначений, принятую в учебном заведении. Отметим, что для стандартных изделий и материалов данная графа не заполняется.

В графе «*Поз.*» (позиция) указываются порядковые номера всех составных частей изделия. Эти номера присваиваются в порядке следования записей в спецификации во всех разделах кроме «*Документация*». Ещё раз напоминаем, что номера составным частям изделия присваиваются сначала в спецификации, а затем проставляются на чертеже.

В графе «*Примечание*» указываются дополнительные сведения, относящиеся к составным частям изделия. В учебных чертежах эта графа, как правило, не заполняется.

В графе «*Формат*» указывается формат, на котором ранее был выполнен чертёж данной составной части. В нашем задании графа заполняется только в строке *Сборочный чертёж* – указывается формат сборочного чертежа А3.

Графа «*Зона*» заполняется только для очень сложных, больших чертежей, в которых поле листа дополнительно разбивается на отдельные зоны. В учебных чертежах данная графа не заполняется.

Все записи в спецификации и её основной надписи выполняются стандартным чертёжным шрифтом, высота которого выбирается в зависимости от размеров граф и строк.

Рекомендуется следующий **порядок выполнения сборочного чертежа:**

**1.** Проведите тщательную предварительную эскизную проработку чертежа, для чего:

✓ Познакомьтесь с аксонометрическим рисунком изделия и прочитайте его описание, найдите на рисунке все упоминаемые в описании детали. Проанализируйте принцип действия устройства, порядок его сборки и разборки.

✓ Внимательно изучите конструкцию каждой детали, входящей в состав изделия. Особое внимание уделите сложным корпусным деталям, представленным несколькими изображениями. Без прочтения до конца всех тонкостей таких деталей трудно представить их взаимодействие с соседними. Сравните размеры сопрягаемых поверхностей у тех деталей, которые будут входить одна в другую, и убедитесь в их стыкуемости.

✓ Выберите положение сборочной единицы на главном виде. Скорее всего это будет не вид, а разрез, «заглядывающий» внутрь изделия. На черновике схематично нарисуйте этот разрез. Не забудьте, что симметричные изделия разрезаются только до половины.

✓ Оцените, сколько и какие изображения вам ещё понадобятся. Помните: их количество должно быть минимальным, но при этом чертёж должен однозначно «читаться». Начертите эскизно эти изображения.

✓ Проанализируйте черновые изображения и решите, какие ещё фрагменты конструкции остались нераскрытыми и какие дополнительные изображения придётся формировать, чтобы их раскрыть.

✓ Выберите подходящий масштаб чертежа, исходя из количества требуемых изображений и заданного формата. Масштаб следует выбирать из стандартного ряда:  $1:1$ ;  $2:1$ ;  $2,5:1$ ;  $4:1$ ;  $5:1$ ;  $10:1$  и т.д.

2. Произведите компоновку чертежа. Для этого на поле листа постройте «габаритные прямоугольники» для каждого из намечаемых изображений, отведите место для технических требований. Изображения планируйте располагать так, чтобы они были в проекционной связи с главным и достаточно равномерно распределялись по полю листа.

3. После консультации с преподавателем относительно рациональности выбора изображений и их компоновки приступайте к выполнению чертежа. Естественно, первичные графические построения следует производить тонкими линиями, тщательно соблюдая размеры и масштаб.

Выполнение изображений сборочного чертежа, как правило, начинается с главного изображения, на котором в первую очередь вычерчивается основная, несущая деталь (корпус, основание и т.п.). Далее к ней последовательно присоединяются изображения других составных частей при соблюдении видимости линий и поверхностей. При этом работа по построению деталей на сборочном чертеже облегчается благодаря наличию чертежей этих деталей на листах-заданиях. Слепое копирование изображений из задания не допускается, так как во многих случаях их придётся модернизировать. Например, в задании разрез детали совмещён с видом, а на сборочном чертеже она разрезается целиком.

Остальные изображения строятся по тому же принципу – к несущей детали присоединяются в нужной последовательности все остальные. При вычерчивании помните о периодической проверке наличия проекционной связи между изображениями.

4. Подберите по справочным пособиям требуемые крепёжные детали и вычертите их на положенном месте. Номер ГОСТа детали в каждом конкретном случае указывается в описании изделия, а её параметры определяются по конструктивным размерам соединяемых частей. При вычерчивании резьбовых соединений следует соблюдать требования ГОСТ 2.311-68 «Изображения резьбы».

5. Сделайте штриховку деталей в разрезах, соблюдая требования стандартов к штриховке (см. с. 6).

6. Составьте спецификацию, сверив параметры крепёжных стандартных изделий с их изображениями на чертеже. Проставьте в графе «Поз.» спецификации номера позиций всех составных частей.

7. Вернитесь к сборочному чертежу и проставьте номера позиций в соответствии со спецификацией. При этом соблюдайте требования стандартов к этому компоненту чертежа (см. с. 7).

8. Нанесите размеры (см. с. 7), сделайте необходимые надписи, запишите технические требования. Заполните основную надпись.

9. Еще раз проверьте правильность чертежа и выполните окончательную его обводку. Контурные линии следует обводить карандашом средней твёрдости. Эти линии должны заметно отличаться от тонких. При необходимости следует подкорректировать и тонкие линии, в первую очередь осевые и центровые. Общая эстетика чертежа во многом зависит от качества обводки.

## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

Рассмотрим пример создания сборочного чертежа. Исходные данные к чертежу представлены на рис. 3. При работе над чертежом будем руководствоваться рекомендациями, приведенными в предыдущем разделе.

1. Анализируем исходные данные к чертежу – аксонометрическое изображение и описание зонда, а также чертежи всех составных частей изделия. По аксонометрии видим, что основой конструкции являются основание (1) и крышка (8), которые скреплены между собой двумя винтами (6) с шайбами (7). При этом внутри основания и крышки образуется полость, в которую при сборке вставляется иголка (5) с надетой на неё пружиной (4) и шайбой (2). На выступающий конец иголки надевается лепесток (3), который следует припаять к иголке. К этому лепестку впоследствии будет припаян монтажный провод. Внутри основания запрессованы две резьбовые втулки, предназначенные для установки зонда на испытательном стенде. При испытаниях, когда зонд прижимается нижней частью к печатной плате, иголка перемещается вдоль своей оси и сжимает пружину. В свободном состоянии зонда (а именно так его необходимо вычерчивать) иголка находится в крайнем нижнем положении.

Изучая чертежи составных частей зонда, обращаем внимание, что основание является сборочной единицей, так как в нём имеет место неразъёмное соединение опрессовкой – две металлические резьбовые втулки запрессованы в полистирол. Этот факт учтём при составлении спецификации. Отмечаем также, что крышка на чертеже-задании изображена перевёрнутой относительно её положения, показанного на аксонометрическом изображении. Размеры крышки (длина, ширина, расстояние между соединительными отверстиями) соответствуют аналогичным размерам основания. А вот длина лепестка такова, что он после сборки будет выступать за пределы габаритов основания и крышки на 2,5 мм. Сравнивая размеры иголки с размерами основания и крышки, приходим к выводу, что если иголка будет находиться в крайнем нижнем положении, то её острый конец будет выступать за пределы крышки на 5 мм. Противоположный конец иголки будет выступать из направляющего отверстия на 8 мм, но не поднимется над габаритами основания.

Оценивая необходимое количество изображений на сборочном чертеже, учитываем то, что и чертёж основания, и чертёж крышки в исходном задании содержат по три изображения. Значит, для полного "прочтения" по сборочному чертежу конструкций обеих этих составных частей понадобится также не менее трёх изображений. Итак, будущий сборочный чертёж должен иметь вид спереди, вид сверху и вид слева. Но чтобы показать внутренние элементы конструкции, придётся выполнить некоторые разрезы зонда. Так, симметричный вид спереди целесообразно совместить с фронтальным разрезом, а вид слева, как малоинформативный, и вовсе заменить на профильный разрез по плоскости симметрии зонда. Трёх указанных изображений будет недостаточно, так как по ним нельзя "прочитать" форму выступа крышки. Поэтому понадобится и четвёртое изображение зонда – вид на него снизу. Этот вид можно расположить на любом свободном месте листа, причём можно изобразить только половину его. Для остальных составных частей зонда дополнительных изображений не понадобится – вся их конструкция будет легко "читаться" по указанным выше четырём изображениям.

Таким образом, проанализировав аксонометрический рисунок зонда и чертежи его составных частей, делаем заключение, что сборочный чертёж должен включать в себя вид спереди, совмещённый с фронтальным разрезом, профильный разрез, выполненный по плоскости симметрии изделия, вид сверху и вид снизу. Профильный разрез при этом придётся выполнять полностью, несмотря на то что в исходных чертежах-заданиях и основание, и крышка показаны разрезанными только до половины. Причиной такого решения является лепесток, вносящий асимметрию в изображение. Вид снизу можно выполнить частично (ввиду его симметричности) и расположить на свободном поле чертежа.

**31**

**31. Зонд**

Зонд является составной частью испытательного стенда, предназначенного для определения скрытых дефектов печатных плат.

В центральное углубление крышки (8) вставляется игла (5), на неё надевается пружина (4) и шайба (2), подобранная по ГОСТ 6958-78. Затем к крышке присоединяется основание (1), так чтобы выступающий конец иглы (5) прошёл сквозь центральное отверстие основания. Крышка (8) с основанием (1) скрепляются винтами (6) по ГОСТ 1491-80 и шайбами (7) по ГОСТ 11371-78. На верхний выступающий конец иглы надевается лепесток (3) и припаивается к нему припой. При монтаже испытательного стенда к лепестку будет припаян провод (на рисунке не показан) электрической цепи.

При опускании зонда на печатную плату пружина (4) сжимается, смягчая механическое воздействие иглы на проводник или контактную площадку. Запрессованные в основание (1) резьбовые втулки предназначены для установки зонда на испытательном стенде.

**31-3 Лепесток** Латунь Л63 Кол.1

Число полных витков 9

**31-4 Пружина** Сталь 65Г Кол.1

**31-5 Иголка** Латунь Л62 Кол.1

Втулка 2 шт. Полистирол

Размеры втулки  
Рифление прямое 0,5  
ГОСТ 214.74-75

**31-1 Основание** Сборочная единица Кол.1

**31-8 Крышка** Полистирол Кол.1

**Рис. 3.** Исходное задание для выполнения сборочного чертежа зонда

По размерам отдельных частей зонда подсчитываем его габаритные размеры и выбираем подходящий масштаб из ряда допустимых стандартом. В нашем варианте наиболее рациональным является масштаб 2,5:1.

2. Производим компоновку будущего чертежа. Для этого тонкими линиями строим габаритные прямоугольники будущих изображений с учётом выбранного масштаба, стараясь *равномерно* расположить их по площади листа (рис. 4). При этом вид сверху и профильный разрез должны находиться в проекционной связи с главным изображением. Вид снизу, а точнее его фрагмент, запланируем у правого края листа на свободном пространстве. Для большей наглядности можно провести оси симметрии будущих изображений и пометить чертой границу выступающего конца лепестка.

3. Произведя компоновку чертежа, приступаем к построению изображений основных деталей зонда. В рамках габаритных прямоугольников вычерчиваем тонкими линиями очертания основания и крышки. Крышку вычерчиваем перевёрнутой относительно её изображения на чертеже-задании, так чтобы она заняла положение, показанное на аксонометрии. Намечаем центровыми и осевыми линиями места расположения втулок и отверстий под винты. Изображения строим с учётом запланированных разрезов, но штриховку в разрезах пока не выполняем. Это мы сделаем после вычерчивания всех остальных деталей и крепёжных изделий. В этом случае будет проще решить задачу отличия штриховок смежных деталей, а также правильно выполнить штриховку в области резьбовых соединений.

Пример выполнения этого этапа работы показан на рис. 5.

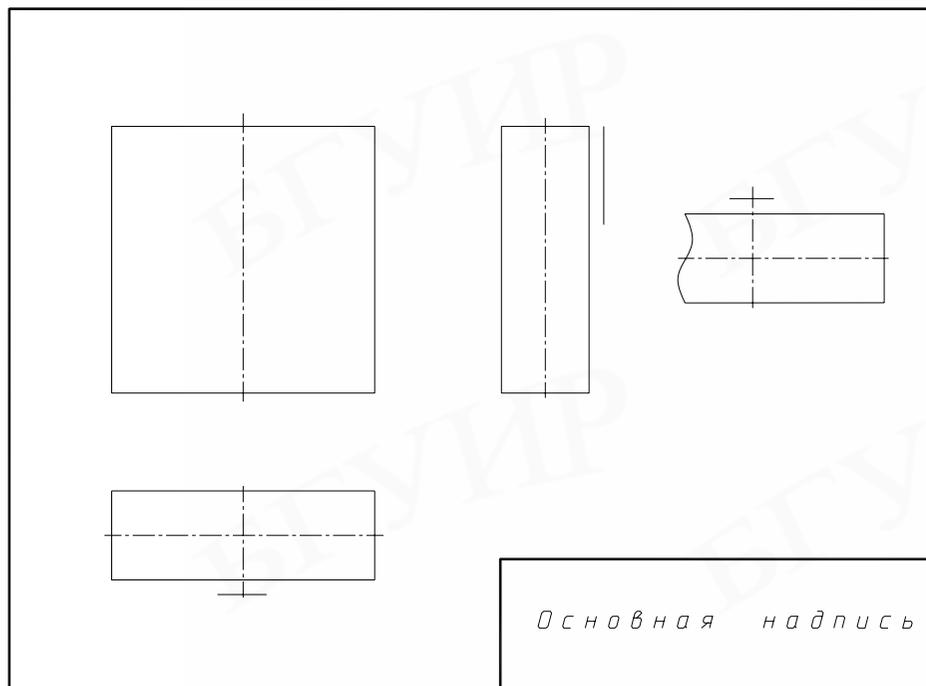


Рис. 4. Компоновка сборочного чертежа

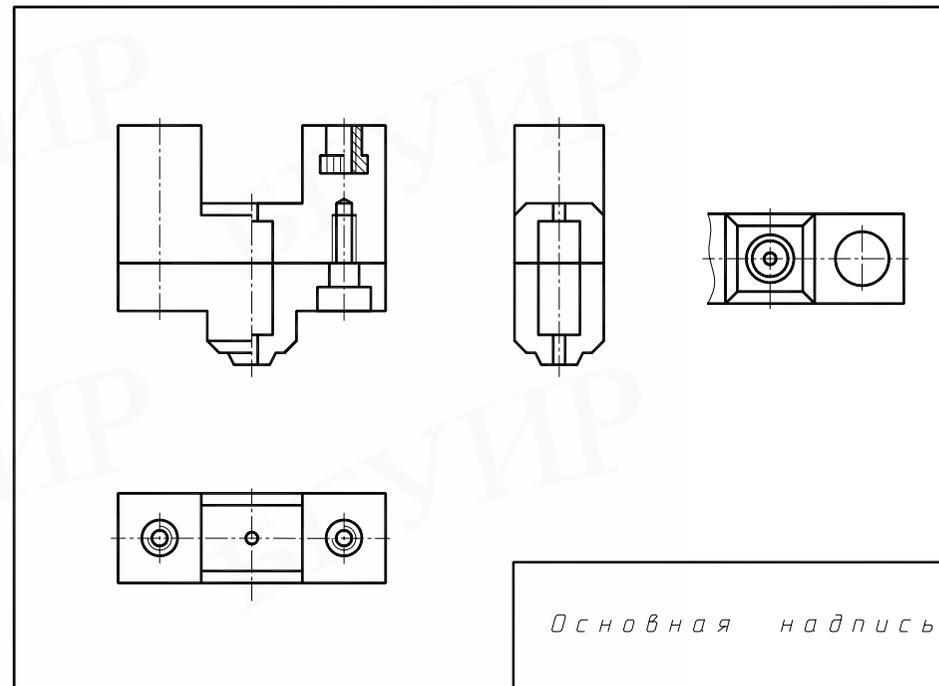
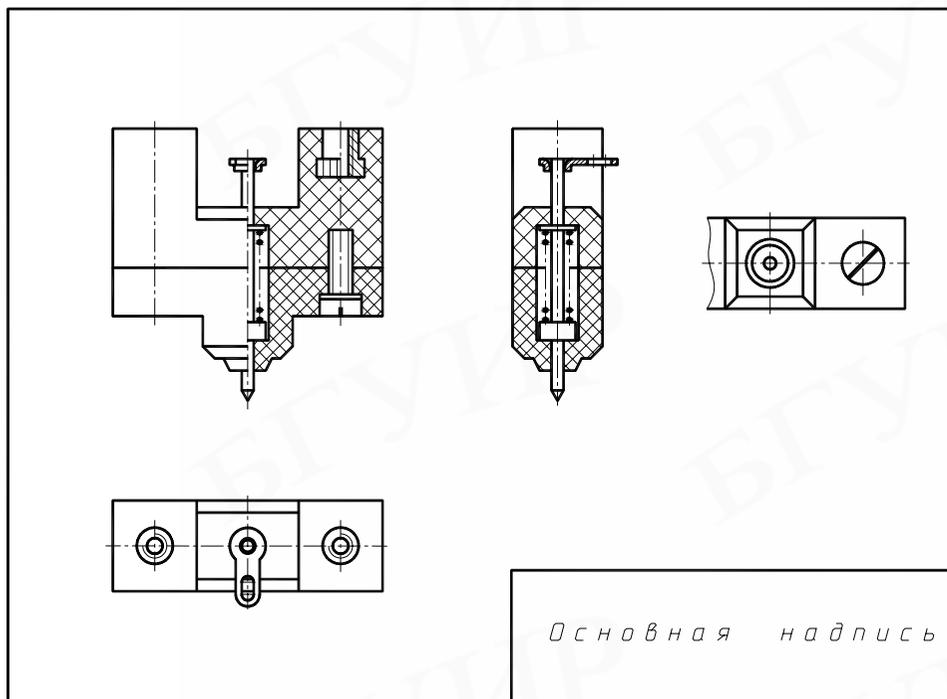


Рис. 5. Вычерчивание основных деталей зонда



**Рис. 6.** Построение изображений сборочного чертежа

На исходном чертеже-задании пружина показана в свободном состоянии и имеет длину 19,8 мм, а на сборочном чертеже для неё остался промежуток длиной всего 15,2 мм. Значит, пружина в зонде находится в сжатом состоянии и поэтому использовать при её вычерчивании исходный размер длины нельзя, так как расстояние между витками уменьшится. Поступаем следующим образом. Вычерчиваем сечения крайних, опорных витков, а затем оставшийся промежуток между их осями делим на 9 (по числу витков) и отмечаем центры всех промежуточных витков.

Воспользуемся упрощениями, рекомендуемыми стандартами при изображении пружин на сборочном чертеже:

- допускается в разрезе изображать только сечения витков пружины, не показывая её заднего плана;
- для длинных пружин (более 4-х витков) достаточно изобразить только 1–2 витка с каждого конца, проведя затем осевую штрихпунктирную линию через центры остальных витков по всей длине пружины;
- если ширина сечений витков на чертеже меньше 2 мм, то эти сечения не заштриховывают, а зачерняют.

Указанные упрощения использованы нами при выполнении чертежа (рис. 6).

На выступающий сверху конец иголки "надеваем" изображения лепестка. Судя по аксонометрическому рисунку зонда, лепесток должен быть надет так, чтобы его верхняя плоскость была на одном уровне с торцом иголки.

4. К изображениям основания и крышки последовательно добавляем изображения остальных деталей зонда (см. рис. 6).

Начинаем с иголки, которую следует изобразить остриём вниз в крайнем нижнем положении, так чтобы её поясок опирался на дно отверстия в крышке. Затем изображаем шайбу для упора пружины сверху. Эта шайба должна быть прижатой ко дну углубления в основании. Подбирается шайба исходя из диаметра стержня, на который она надевается. Диаметр стержня иголки равен 2 мм, значит, для сборки понадобится *Шайба 2 ГОСТ 6958-78* (именно так она будет записана в спецификации). По справочнику крепёжных изделий находим размеры нужной шайбы и вычерчиваем её в требуемом масштабе. Причём шайбу изображаем неразрезанной, так как на сборочных чертежах стандартные шайбы, надетые на сплошной стержень, принято показывать неразрезанными.

Обращаем внимание на то, что очередность вычерчивания деталей на сборочном чертеже может не соответствовать очередности их реальной сборки. Так, в нашем случае шайбу для упора пружины вычертили раньше, чем саму пружину, хотя при сборке сначала на стержень иголки надевают пружину, а затем шайбу.

Теперь, после вычерчивания иголки и шайбы, приступаем к изображению пружины. Этот этап работы имеет свои особенности.

5. Осталось "скрепить" на сборочном чертеже основание с крышкой при помощи стандартных крепёжных деталей. Для этого необходимо сначала правильно подобрать по справочнику винт и шайбу, а затем правильно их начертить.

Определяющим параметром для выбора винта является диаметр резьбового отверстия в основании (рис.7, а). В нашем случае этот диаметр равен 4 мм, поэтому и винт понадобится М4. Длину винта рассчитываем исходя из необходимой глубины завинчивания его в основание (принимается равной 1,5–2 диаметра), длины отверстия в крышке, сквозь которое винт свободно проходит, и толщины шайбы, подкладываемой под головку винта. Шайба выбирается, согласно заданию по ГОСТ 11371-78, исходя из диаметра стержня винта. В спецификации эта шайба будет записана так: *Шайба 4 ГОСТ 11371-78*. По справочнику крепёжных изделий определяем, что наружный диаметр такой шайбы равен 9 мм, а толщина – 0,8 мм. Таким образом, при расчёте длины винта суммируем 6 мм (глубина завинчивания), 4 мм (длина отверстия в крышке) и 0,8 мм (толщина шайбы). Полученный результат (10,8 мм) округляем до стандартных 11 мм. В спецификации винт будет записан так: *Винт М4х11 ГОСТ 1491-80*.

Изображение резьбового соединения на учебном сборочном чертеже может быть двух видов: полное (по действительным, конструктивным размерам) и упрощённое. На рис.7, б показано полное, подробное изображение фрагмента зонда с резьбовым соединением, а на рис.7, в – с упрощениями. Выбор варианта предопределяется требованиями конкретной учебной программы курса инженерной графики. В рассматриваемом примере сборочного чертежа используется упрощённое изображение винтового соединения, но желательно освоение обоих вариантов.

Согласно требованиям стандартов винты и шайбы на продольном разрезе показываем нерассечёнными. При этом шлиц винта (паз для отвёртки) изображаем условно повернутым к наблюдателю, а на виде с торца (см. вид снизу на рис. 6 и 9) – под углом  $45^\circ$  к центровым линиям головки винта.

Выполняем штриховку деталей на разрезах, соблюдая требования стандартов к этому компоненту чертежа (см. с. 6).

Сборочный чертёж после завершения данного этапа показан на рис. 6.

6. Временно прервём работу над сборочным чертежом и составим спецификацию зонда. Основные правила её составления рассмотрены на с. 8–9. Наименования составных частей зонда записываем в разделы "Сборочные единицы" и "Детали" в соответствии с их названиями, приведенными в задании. При заполнении раздела "Стандартные изделия" соблюдаем очерёдность записей крепёжных деталей, предусмотренную стандартом. Так, сначала записываем винт (согласно алфавиту наименований), а затем – шайбы по возрастанию их ГОСТов. Записав в правильном порядке все составные части зонда, производим их нумерацию в графе «Поз.»

Заполняем основную надпись спецификации.

Завершённый документ имеет вид, представленный на рис. 8.

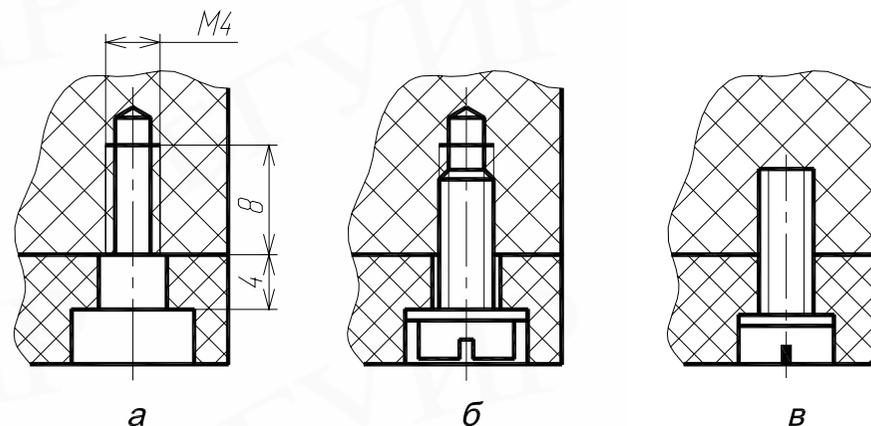


Рис. 7. Изображение резьбового соединения

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
А3			ГЛЮИ.685158.031 СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ГЛЮИ.301314.031	Основание	1	
				<u>Детали</u>		
		2	ГЛЮИ.731192.031	Крышка	1	
		3	ГЛЮИ.753513.031	Пружина	1	
		4	ГЛЮИ.757466.031	Лепесток	1	
		5	ГЛЮИ.757471.031	Иголка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		6		Винт М4х11 ГОСТ 1491-80	2	
		7		Шайба 2 ГОСТ 6958-78	1	
		8		Шайба 4 ГОСТ 11371-78	2	
			ГЛЮИ.685158.031			
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		
Разраб.	Важник				Лит.	Лист
Пров.	Резанко				У	Листов
					1	1
					Зонд	
					БГУИР, гр.550501	

Рис. 8. Спецификация зонда

7. Вернёмся к сборочному чертежу и завершим его оформление (см. рис. 9).

Указываем номера позиций всех составных частей зонда, включая стандартные крепёжные детали. Номера проставляем на полках линей-выносок согласно требованиям стандартов (см. с. 7) и в точном соответствии с номерами, присвоенными этим составным частям в спецификации.

Указываем на чертеже шов паяного соединения лепестка к иголке и условное обозначение пайки (см. профильный разрез на рис. 9). Согласно стандарту шов показываем линией двойной толщины, а к месту пайки проводим линию-выноску со стрелкой и знаком полуокружности. На конце линии-выноски вычерчиваем окружность, указывающую на то, что паяный шов выполнен по замкнутому контуру. Обращаем внимание на то, что условное обозначение пайки изображается только один раз, хотя паяный шов виден и на других изображениях.

Проставляем габаритные и установочные размеры зонда. В габаритных размерах учитываются выступающие концы иголки и лепестка. К установочным размерам относятся расстояние между осями втулок, запрессованных в основание, а также диаметр резьбы в этих втулках. Все названные размеры являются справочными, т.е. не подлежат выполнению и контролю в процессе сборки.

Наносим обозначения фронтального разреза (А-А) и вида снизу (Б). Обратите внимание на расположение стрелок и букв в обозначениях. Профильный разрез обозначению не подлежит, так как секущая плоскость этого разреза прошла строго по плоскости симметрии изделия.

Записываем технические требования. Сюда, наряду с записями "Размеры для справок" и "Остальные ТТ по СТБ 1022-96", как правило, всегда присутствующими в сборочных чертежах, включаем сведения о припое, необходимом для соединения лепестка с иголкой.

Заполняем основную надпись чертежа.

Проводим финишную корректировку, правку изображений (стрелки размеров, концы осевых линий, лишние линии построений и т.п.) и выполняем окончательную обводку чертежа. От качества этой работы во многом зависит его эстетическая составляющая.

Завершённый сборочный чертёж зонда показан на рис. 9.

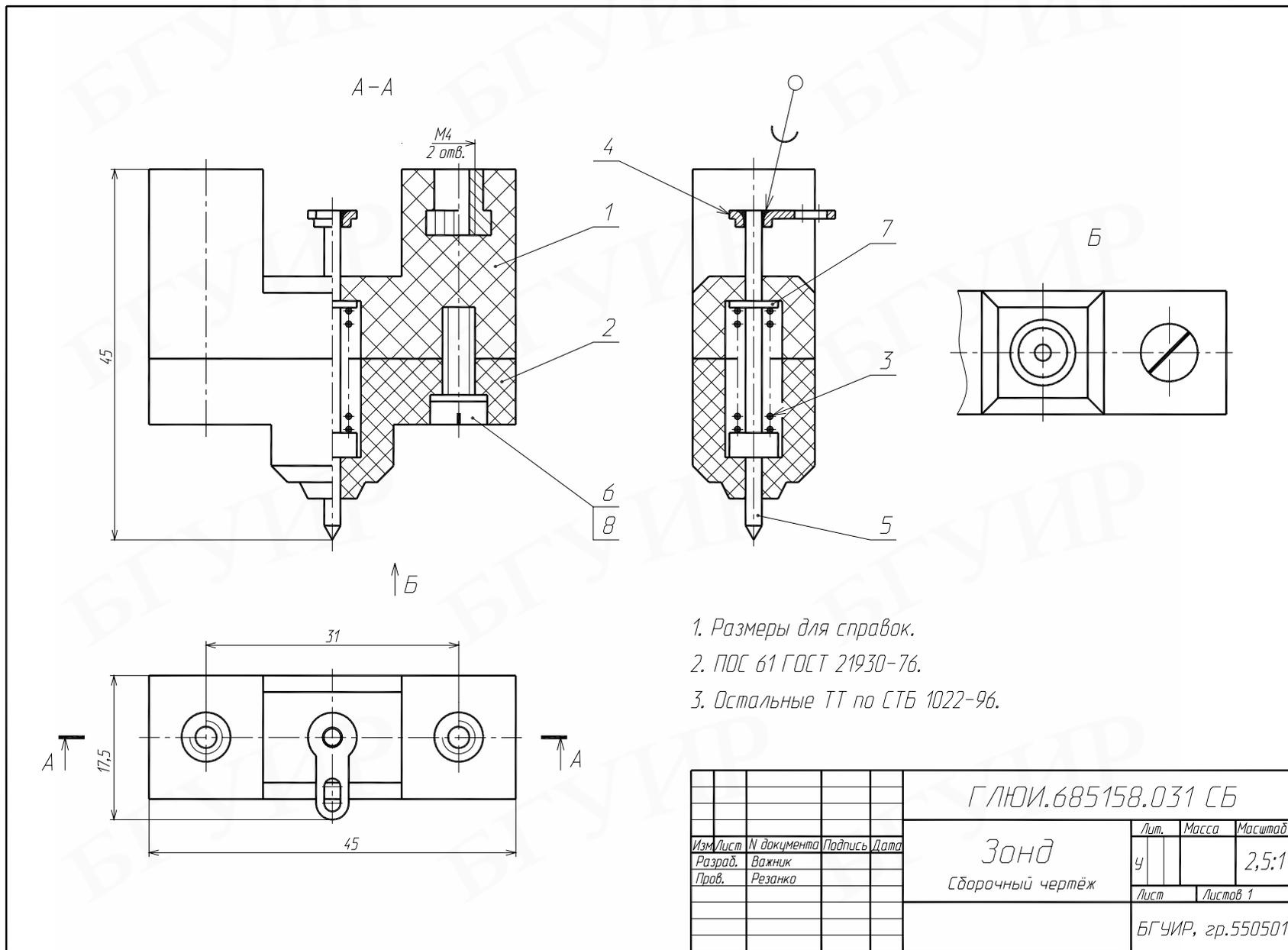


Рис. 9. Завершённый сборочный чертёж зонда

## ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА НА КОМПЬЮТЕРЕ

Как уже указывалось, к настоящему альбому заданий прилагается компакт-диск, содержащий электронные версии всех вариантов заданий, выполненные в среде AutoCAD 2004 (*далее* – Автокад). Это позволяет при создании сборочного чертежа эффективно использовать преимущества компьютерной техники перед традиционными чертёжными инструментами. Выполнение сборочного чертежа на компьютере производится в рамках тех же требований стандартов к такого рода чертежам, но технология создания чертежа имеет здесь свои особенности.

**1.** Предварительная проработка исходных заданий включает в себя традиционный набор действий:

- знакомство с аксонометрическим рисунком и техническим описанием сборочного узла;
- изучение конструкции каждой составной части изделия;
- определение необходимых изображений для сборочного чертежа;
- выбор рационального масштаба и эскизная компоновка будущего чертежа.

Последний из указанных этапов подготовки к работе может производиться с меньшей тщательностью, чем при работе карандашом. При работе в Автокаде имеется прекрасная возможность корректировать масштаб изображений и компоновку чертежа в процессе работы над ним. Более того, иногда рекомендуется сознательно выполнять чертёж в ином масштабе, чем того требует предварительный расчёт. Например, если для заданного формата удачно подходит масштаб 2,5:1, то первоначально всё же лучше создавать чертёж в масштабе 2:1, – так меньше будет хлопот с половинками и даже четвертинками миллиметра на чертеже. А после завершения построений легко можно будет изменить масштаб чертежа на требуемые 2,5:1.

**2.** При выполнении учебного сборочного чертежа на компьютере нет необходимости вычерчивать рамку формата и основную надпись, а также стандартную форму спецификации. Эти элементы чертежа уже хранятся в библиотеке шаблонов Автокада и остаётся только на старте работы загрузить необходимый шаблон.

**3.** Работая с готовыми электронными чертежами составных частей изделия, значительно упрощается процесс вычерчивания изображений сборочного чертежа. Ведь нет смысла вычерчивать детали заново, если можно их просто использовать как строительные блоки, вставляя в нужное место и правильно соединяя с соседними деталями. Но исходные изображения составных частей выполнены в разном масштабе, а будущий сборочный чертёж должен иметь один вполне определённый масштаб, соответствующий стандартному ряду масштабов. Поэтому перед тем, как приступить к построению изображений сборочного чертежа, необходимо предварительно все исходные "кирпичики", т.е. электронные изображения деталей, привести к единому масштабу. Здесь мы не останавливаемся на том, как это сделать, надеясь на высокий уровень владения студентами Автокадом.

**3.** При установке на сборочный чертёж крепёжных деталей также можно использовать библиотеку стандартных изделий, если таковая в вашем Автокаде создана. Если библиотеки нет, то рекомендуется сначала изобразить требуемый винт, гайку, заклёпку и т.д. вне изображения сборочной единицы, а затем перенести их к месту сборки.

**4.** При работе над электронным сборочным чертежом совершенно необходимо периодически сохранять в памяти компьютера текущее состояние чертежа. Это на листе бумаги нарисованное никуда не денется, а в компьютере... Лучше не рисковать.

5. Для удобства работы и лучшей наглядности при составлении изображений сборочного чертежа целесообразно использовать многослойную структуру рабочего поля Автокада. Располагая каждую деталь узла на отдельном слое, да ещё используя разный цвет линий, легче осуществлять процесс формирования изображений и их редактирование.

К недостаткам компьютерного варианта составления сборочного чертежа следует отнести неудобство контроля чертежа в процессе его создания. На экран может быть выведен только фрагмент чертежа, что не позволяет производить сравнительный анализ, сопоставление изображений. «Бумажный» же чертёж весь находится в поле зрения автора, связи между изображениями просматриваются полностью, поэтому оценить работу, заметить допущенные ошибки в этом случае проще.

В любом случае – как в «карандашном», так и в компьютерном исполнении – в основе данной графической работы лежит изучение правил и принципов выполнения сборочных чертежей, приобретение навыков построения и анализа сложных изображений, навыков оформления спецификаций. Компьютер может существенно помочь вам в этом деле, легко и красиво выполняя любые графические операции. Но чтобы чертёж получился правильным, технически грамотным, компьютером нужно умело управлять, нужно чётко и ясно представлять будущий чертёж.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Государственные стандарты ЕСКД:
  - 2.101-68 Виды изделий;
  - 2.104-68 Основные надписи;
  - 2.108-68 Спецификация;
  - 2.109-73 Основные требования к чертежам;
  - 2.307-68 Нанесение размеров;
  - 2.311-68 Изображение резьбы;
  - 2.312-68 Условные изображения и обозначения швов неразъёмных соединений;
  - 2.315-68 Изображения упрощённые и условные крепёжных деталей.
  - 2.004-88 Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
2. Фролов С.А. и др. Машиностроительное черчение. – М.: Машиностроение, 1981.
3. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. – Л.: 1983.
4. Новичихина Л.И. Техническое черчение: Справочное пособие. – Мн.: Выш. шк., 1983.
5. Скурко В.В., Куценко В.Н. Составление учебных чертежей радиотехнических и электронных изделий. – Мн.: МРТИ, 1984.
6. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. – М.: Высш. шк., 2004.
7. Чекмарев А.А. Инженерная графика. Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 2005.
8. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю. Компьютерная технология инженерной графики в среде AutoCAD 2000. – М.: ДМК, 2001.
9. Хейфец А.Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD. Опыт преподавания и широта взгляда. – М.: Диалог—МИФИ, 2002.

**Здесь должны быть вставлены страницы 21 ... 140 с вариантами заданий !**

**(Последняя страница – на обложке)**

*Учебное издание*

**Столер Владимир Алексеевич,  
Резанко Александр Александрович,  
Мисько Михаил Васильевич и др.**

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.  
АЛЬБОМ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Учебное пособие

Редактор Т.П.Андрейченко

---

Подписано в печать  
Печать ризографическая.  
Уч.-изд. л. 8,0.

Формат 60x84 1/8.  
Гарнитура "Таймс".  
Тираж 400 экз.

Бумага офсетная  
Усл. печ. л.  
Заказ 206.

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
"Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники".  
Лицензия на осуществление издательской деятельности № 02330/0056964 от 01.04.2004.  
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности № 02330/0131518прар от 30.04.2004.  
220013, Минск, ул.П.Бровки, 6.