

Министерство образования Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

**РАЗРАБОТКА МОНТАЖНЫХ ПЛАТ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ И УПРАВ-
ЛЕНИЯ**

Методические указания

Тамбов
• Издательство ТГТУ •
2003

УДК 62-522.7
ББК 3965-048я73
Р 17

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Рецензент
Заслуженный работник высшей школы РФ,
кандидат технических наук, доцент
Ю. Ф. Мартемьянов

Даны методические указания студентам, необходимые при разработке монтажных плат пневматических средств контроля и управления в рамках выполнения курсовой работы по дисциплине «Технические средства автоматизации» и дипломного проектирования.

Методические указания предназначены для студентов дневного и заочного факультетов специальностей 210200 и 072000.

УДК 62-522.7

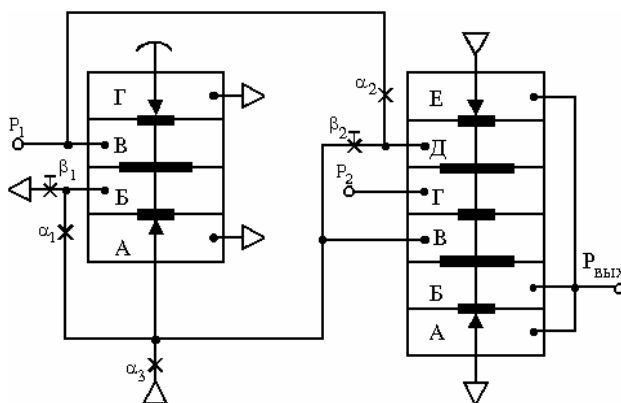
ББК 3965-048я73

© Тамбовский государственный

2003

технический университет (ТГТУ),

**РАЗРАБОТКА
МОНТАЖНЫХ ПЛАТ
ПНЕВМАТИЧЕСКИХ
СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ
И УПРАВЛЕНИЯ**



Конструированию измерительных средств обычно предшествует разработка метрологической схемы контроля на основании технического задания, устанавливающего характеристики изделия (размеры, чистоту поверхности и т.д.), допуски, контролируемые и другие параметры, а также на основании всестороннего анализа условий измерения. При этом определяют тип и число первичных преобразователей, выходных сопел, командных устройств, сумматоров, преобразователей, показывающих устройств. Далее по заданным точностным и эксплуатационным показателям определяют номинальные пневматические параметры и параметры показывающего устройства, а также устанавливают тип и число блоков питания (стабилизаторов), обеспечивающих снабжение системы сжатым воздухом. После этого приступают к разработке пневматических плат [1].

Элементы, входящие в Унифицированную систему элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА) [2 – 4], можно соединить в схемы как с помощью шлангов, так и с помощью специальных плат из органического стекла.

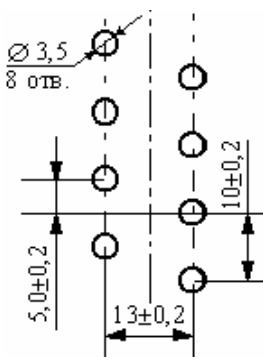
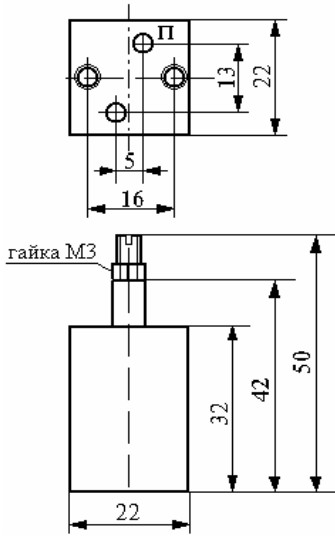
Первый способ наиболее удобен для экспериментальных исследований на макетах, поскольку позволяет легко и быстро проверять давления в требуемых точках, а также перекоммутировать схему. Существенным недостатком этого способа является громоздкость собранного пневматического устройства при большом числе составляющих его элементов УСЭППА.

При создании серийных измерительных средств предпочтителен второй способ, обеспечивающий компактный монтаж элементов пневмоавтоматики. Он предусматривает использование многослойных плат из органического стекла с входными отверстиями, а также каналами между отверстиями в соответствии со схемой пневматического устройства. Элементы УСЭППА прикрепляют с одной стороны к плате таким образом, чтобы их выводные отверстия совпадали с отверстиями панели. Герметичность соединения элементов с платой обеспечивается резиновыми прокладками.

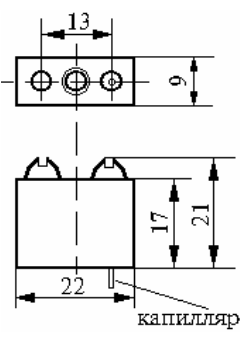
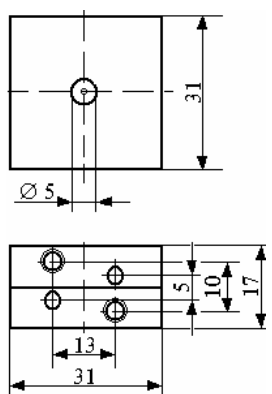
Проектирование панели начинают с составления ее эскиза. На миллиметровой бумаге в масштабе 1:1 наносят все вводные отверстия элементов (координаты этих отверстий и габаритные размеры элементов указаны в таблице) [2]. При этом нужно иметь в виду, что элементы, определяющие точность пневматического измерительного средства (например, элементы сравнения), следует располагать на панели так, чтобы ось мембранного блока была горизонтальна.

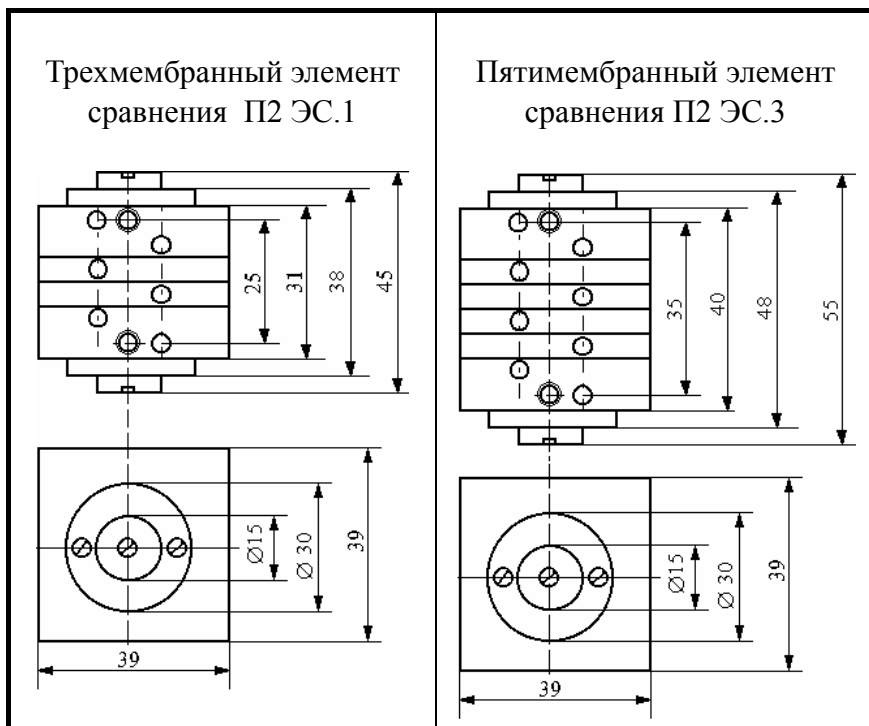
Минимальное расстояние между элементами должно составлять 2 мм. Затем отверстия соединяют плавными линиями (каналами) в соответствии с пневматической схемой прибора. При этом расстояния между отдельными каналами, а также между каналами и соседними отверстиями должны быть не менее 4 мм. Каналы не должны иметь пересечений, не обусловленных пневматической схемой, а также острых углов.

При большом числе каналов их участки в зоне возможных пересечений выполняют на разных уровнях панели, что на эскизе показывают сплошными и штриховыми линиями или линиями разных цветов. Переход с одного уровня на другой выполняют с помощью соединительных отверстий. Число уровней зависит от сложности пневматической схемы.

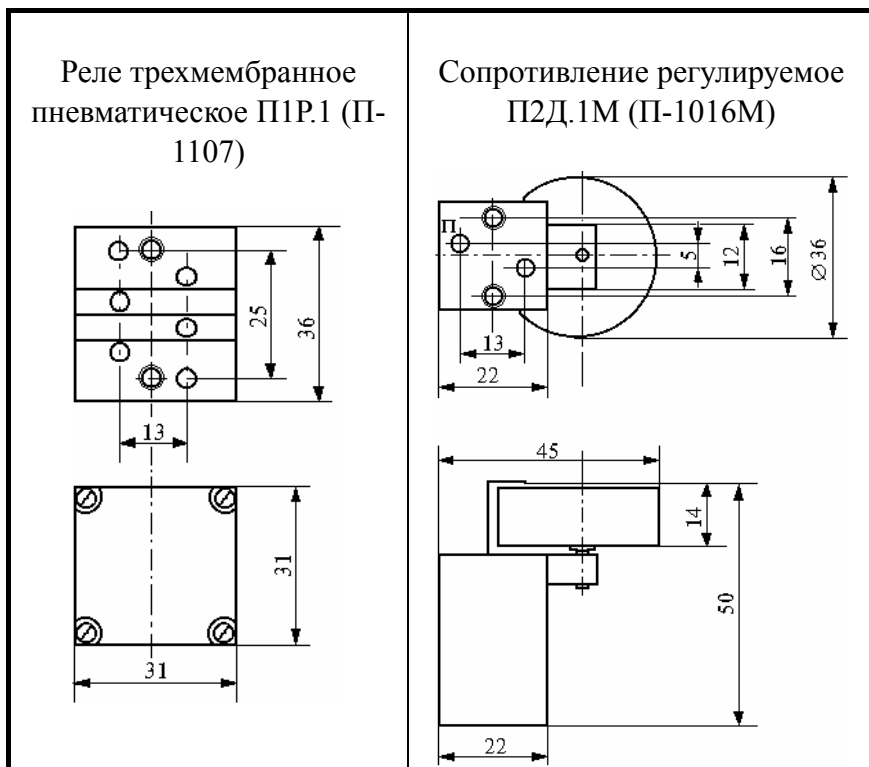
<p>Унифицированный монтажный ключ (со стороны штуцеров)</p> 	<p>Дроссель регулируемый П2Д.2М (П-1103)</p> 
---	---

Продолжение таблицы

<p>Дроссель постоянный П2Д.4 (П-1127)</p> 	<p>Повторитель маломощный П2П.1</p> 
---	--



Окончание таблицы



На эскизе панели должны быть показаны также входные и выходные штуцера для соединения панели с внешними устройствами (например, стабилизатором давления, измерительной оснасткой, показывающим устройством), контрольные штуцера и входные сопла, если их крепят на панели. Штуцера, обычно располагаемые с краю панели, соединяют с соответствующими отверстиями или каналами. Контрольные штуцера необходимы для проверки давления в отдельных точках схемы при отладке измерительного средства. Обычно такими точками являются входы и выходы основных элементов схемы. Штуцера могут быть расположены как с той же стороны панели, что и элементы, так и с противоположной. Размеры панели ограничены возможностью ее склейки. Часто предельными размерами панели считают 300 × 300 мм. Ес-

ли на такой площади размещаются не все элементы схемы, то делают несколько панелей, соединяемых шлангами.

На рис. 2 изображен эскиз одноуровневой пневматической панели для устройства, принципиальная пневматическая схема которого представлена на рис. 1. На эскизе панели: 9 – штуцер для подвода воздуха от стабилизатора давления (давления питания); 11 – штуцер для отбора выходного давления $P_{\text{вых}}$; 1, 10 – штуцера, служащие для подачи на схему входных давлений P_1 и P_2 . Гнезда 3, 4, 7 предназначены для установки постоянных дросселей, связанных с пяти- и трехмембранным элементами сравнения 8 и 2 и регулируемыми дросселями 5 и 6 [2, 3]. Отверстия, не связанные каналами, служат либо для прохода крепежных винтов, либо для соединения соответствующих камер с атмосферой (крепежные отверстия отмечены затемненным сектором).

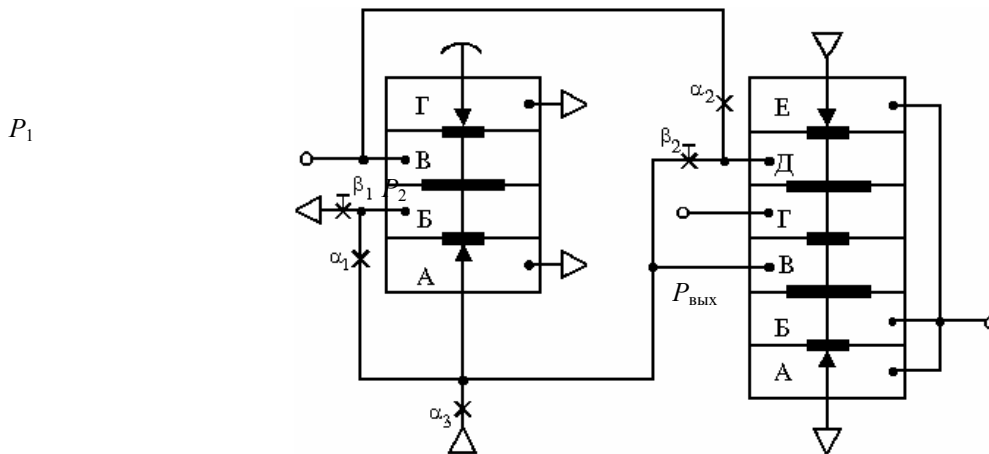


Рис. 1 Принципиальная пневматическая схема устройства

После составления эскиза выполняют чертеж панели на трех основных листах (плата с отверстиями и каналами, крышка с отверстиями; склеенная панель с привинченными элементами и вклеенными штуцерами), а также на дополнительных листах оригинальные детали (входные сопла, штуцера и т.д.).

На чертеже платы должны быть показаны все отверстия, помеченные на эскизе. Отверстия в крышке обычно все являются сквозными. Каналы, разведенные на эскизе, следует изображать на наружной плоскости платы

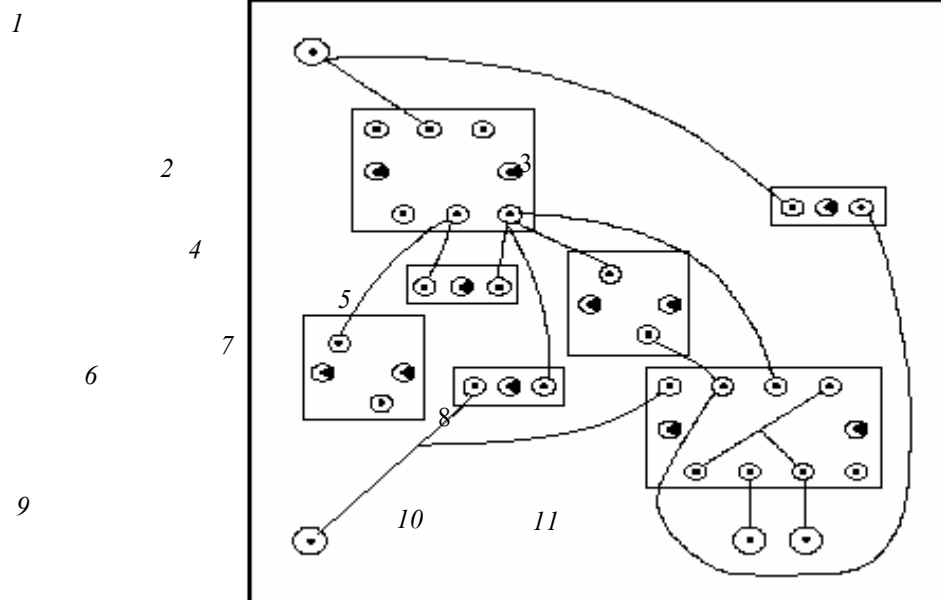


Рис. 2 Эскиз одноуровневой пневматической панели

в соответствии с линиями эскиза. Сечение коммуникационных каналов чаще всего 4×4 мм (реже 3×4 мм). Сечение канала питания желательно делать 6×4 мм. Исходя из глубины каналов (4 мм) толщину платы выбирают 8 мм. Диаметры всех гладких отверстий в плате составляют 4 мм, кроме диаметра отверстия питания, равного 6 мм. Наряду с гладкими могут быть и резьбовые отверстия, например, для ввинчивания входных сопел с резьбой М5. Заметим, что входные сопла могут быть ввинчены в металлические сухари, присоединяемые к панели наподобие постоянных пневматических дросселей. В этом случае в плате для входных сопел делают гладкие отверстия. С наружной стороны платы должна быть показана гравировка, необходимая для маркировки штуцеров.

Диаметры отверстий под штуцера составляют 6 и 10 мм (последнее для штуцера питания). Диаметры остальных отверстий 4 мм. Каналы в крышке, как правило, отсутствуют, а ее толщина определяется мини-мальной длиной вклеиваемого участка штуцера и принимается равной 5 мм.

Учитывая большое число отверстий, их координаты не проставляют на чертежах платы и крышки. Для определения положения отверстий поступают следующим образом. Все отверстия, начиная с верхнего левого угла панели, нумеруют по порядку арабскими цифрами. Нижний левый угол панели принимают за нуль, от которого отсчитывают горизонтальную X и вертикальную Y координаты отверстий. Внизу чертежей платы и крышек составляют таблицы, в которых указывают номера, координаты X , Y , диаметры и глубину отверстий.

На рис. 3 приведен чертеж монтажной одноуровневой пневматической платы, соответствующий эскизу, изображенному на рис. 2.

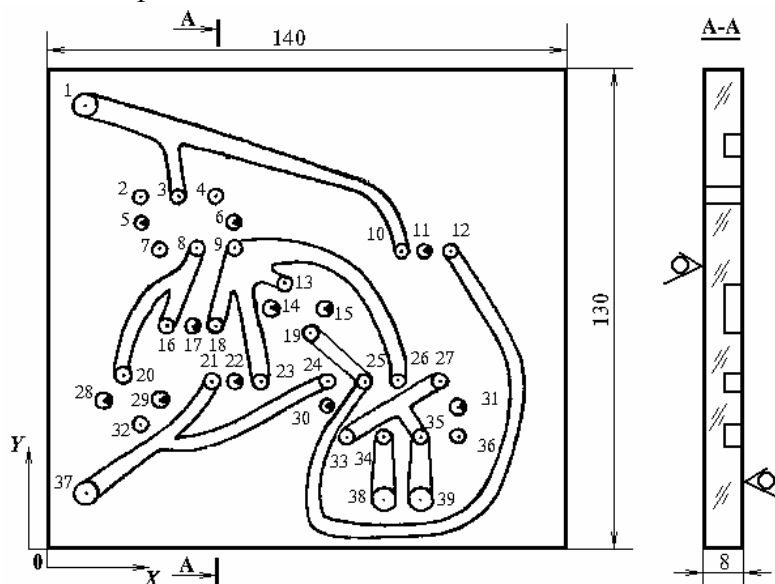
Чертеж крышки (рис. 4) содержит отверстия для крепления элементов (на рис. 2 отмечены темными секторами), отверстия, соединяющие камеры элементов с атмосферой, а также отверстия под штуцера, если они необходимы в этой крышке.

При изготовлении панели вначале размечают и сверлят все имеющиеся отверстия, после чего между отверстиями платы фрезеруют каналы в соответствии с чертежом. Края отверстий и каналов не должны иметь сколов, вмятин и выпуклостей. Для облегчения соединения отверстий в плате можно использовать в качестве шаблона эскиз панели.

После окончания механической обработки плат приступают к их склеиванию. Технология склеивания заключается в следующем. Плоскости платы, содержащие каналы, а также сопряженную плоскость крышки, слегка зачищают тонкой шкуркой, обезжиривают марлевым тампоном, смоченным этиловым

спиртом, и просушивают на воздухе в течение 10 мин. Затем равномерно смачивают их растворителем оргстекла (дихлорэтаном, уксусной кислотой и др.) путем погружения в ванночки с растворителем на несколько минут (для дихлорэтана на 1 ... 2 мин). После этого плату и крышку вынимают из ванночек, быстро соединяют и помещают под пресс. Между верхней и нижней металлическими пластинами пресса и наружными плоскостями блока из двух соединенных деталей платы прокладывают по листу губчатой резины толщиной 10 ... 15 мм (по всей площади платы). Плату от резины отделяют полиэтиленовой пленкой. Рекомендуемое давление пресса составляет 0,5 ... 1,0 МПа.

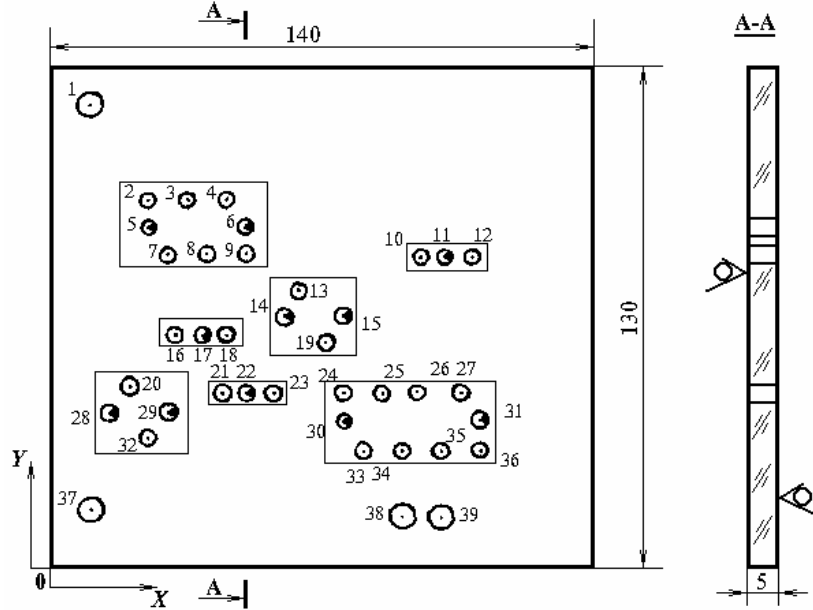
По истечении 10 ... 20 мин блок вынимают из-под пресса для осмотра каналов и отверстий. При обнаружении каналов или отверстий, залитых растворителем, их продувают воздухом под давлением не более 0,2 МПа и вновь помещают под пресс не менее чем на 2 ч. После этого помещают панель в горизонтальном положении в сушильный шкаф для снятия



№ отверстия	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X	10	25	35	45	25	50	30	40	50	95	10	10	71
Y	12	94		88			81		80		72		
∅	6	4											
Глубина	4			насквозь				4		н	4		
№ отверстия	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
X	60	76	32	39	45	65	22	44	50	57	75	85	95
Y	65		60			59	47	45					
∅	4												
Глубина	наскв.	4	н	4				н	4				
№ отверстия	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39

X	10	15	31	75	11	27	80	90	10	110	10	90	10
Y	45	40		38	34		32				15		
Ø	4										6		
Глубина	4	насквозь					4	н	4				

Рис. 3 Монтажная одноуровневая пневматическая плата



№ отверстия	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X	10	25	35	45	25	50	30	40	50	95	10	10	71
Y	12		94			88		81			80		72
Ø	6	4											
Глубина	насквозь												
№ отверстия	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
X	60	76	32	39	45	65	22	44	50	57	75	85	95
Y	65		60			59	47	45					
Ø	4												
Глубина	насквозь												
№ отверстия	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
X	10	15	31	75	11	27	80	90	10	110	10	90	10
Y	45	40		38	34		32				15		
Ø	4										10	6	
Глубина	насквозь												

Рис. 4 Крышка пневматической панели

внутренних напряжений. Рабочая температура сушки 80 ± 2 °С. Температура при загрузке и выгрузке панели не должна превышать 50 ± 2 °С.

На рис. 5 представлен чертеж склеенной панели, соответствующей принципиальной пневматической схеме, приведенной на рис. 1, с привинченными элементами и вклеенными штуцерами.

Панели, изготовленные вышеописанным способом и установленные, например, в приборы активного контроля, не теряют герметичности каналов на протяжении нескольких лет. Однако при обследовании панелей после длительной эксплуатации обнаружены в некоторых из них дефекты каналов и отверстий типа «мороз».

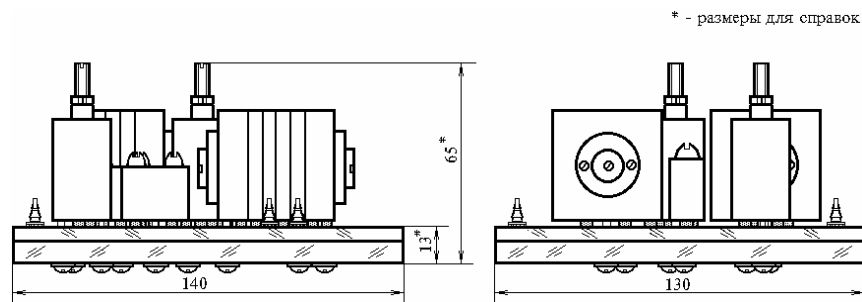


Рис. 5 Пневматическая панель с элементами и штуцерами

Разложение оргстекла вокруг каналов и отверстий, вызванное образованием микротрещин из-за недостаточного снятия внутренних напряжений, с течением времени может привести к выходу панели из строя.

В связи с этим предпочтительнее изготавливать панели по более сложной технологии, предусматривающей многократную термообработку для более полного снятия внутренних напряжений. Такая технология может содержать, например, следующие этапы [5]:

- 1) разрезание листа оргстекла на заготовки с припуском 3 % на термообработку;
- 2) термообработка заготовок (отжиг при температуре 130 ± 2 °С в течение 3,5 ч);
- 3) механическая обработка (фрезерование заготовок по контуру, сверление отверстий, нарезание резьбы, фрезерование каналов и зачистка склеиваемых плоскостей);
- 4) подготовка платы к второй термообработке (удаление грязи чистой тряпочкой, промывка каналов и отверстий горячей водой с мылом, просушка платы на воздухе);
- 5) вторая термообработка при температуре 130 ± 2 °С в течение 1 ... 2 ч;
- 6) склейка платы метилметакрилатом (смачивание в ванночках в течение 10 ... 15 мин, выдержка под прессом в течение 1 ... 2 ч);

7) третья термообработка (выдержка при температуре 130 ± 2 °С в течение 2,5 ч с последующим снижением температуры через каждые 12 мин на 3 °С до 60 °С).

После изготовления панели ее следует проверить. Вначале производят внимательный осмотр для выявления непроклеенных участков и заклеенных каналов или отверстий. Затем на панель устанавливаются через резиновые прокладки все элементы, входящие в пневматическую схему, подключают питание, манометры и убеждаются в нормальной работе элементов и отсутствии утечек.

Если при проверке панели обнаружены дефекты, то их необходимо устранить. В зависимости от вида дефектов может потребоваться ремонт или полная переделка панели. Например, ошибочно просверленное сквозное отверстие можно герметично закрыть посредством вклеивания стержня из оргстекла или металлического винта соответствующего диаметра. Неправильно профрезерованный канал, а также непроклеенный участок устраняют следующим образом. Канал (или каналы) закрывают путем просверливания панели и вклеивания заглушки (или заглушек).

Новый канал фрезеруют с наружной стороны нижней крышки и в этом месте наклеивают пластинку из оргстекла (либо каналы фрезеруют непосредственно в этой пластинке). При наличии большого числа непроклеенных мест панель делают заново, поскольку расклеить ее практически невозможно.

В процессе выполнения курсовой работы студенты изучают методику разработки монтажных пневматических плат; для заданной принципиальной пневматической схемы составляют эскиз одноуровневой пневматической панели, после чего выполняют ее чертеж с указанием необходимых размеров: координат, диаметров и глубины отверстий; чертеж крышки с отверстиями и склеенную панель с привинченными элементами и вклеенными штуцерами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Мордасов М.М., Трофимов А.В. Анализ и синтез пневматических устройств. М.: Машиностроение, 1999. 100 с.
- 2 Приборы и средства автоматизации: Отраслевой каталог. Регулирующие и исполнительные устройства, датчики-реле. М.: Информприбор, 1988. Ч. 2. 96 с.
- 3 Мордасов М.М., Мордасов Д.М., Трофимов А.В. Технические средства пневмоавтоматики в устройствах контроля веществ. М.: Машиностроение, 2000. 64 с.
- 4 Берендс Т.К., Ефремова Т.Н., Тагаевская А.А., Юдицкий С.А. Элементы и схемы пневмоавтоматики. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1976. 246 с.
- 5 Куратцев Л.К., Цырульников И.М. Приборы размерного контроля на элементах пневмоавтоматики. М.: Машиностроение, 1977. 136 с.